

Watertoets PIP N69

1 mei 2014

Watertoets PIP N69

Onderbouwing waterhuishouding

Verantwoording

Titel	Watertoets PIP N69
Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant
Projectleider	Marcel Boerefijn
Auteur(s)	Maurits van Brenk
Projectnummer	1211681
Aantal pagina's	40 (exclusief bijlagen)
Datum	1 mei 2014
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Ruimtelijke Kwaliteit
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon +31 30 28 24 82 4
Fax +31 30 28 89 48 4

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R014-1211681BMU-irb-V02-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
1.1 Aanleiding.....	9
1.2 Deze watertoets	9
2 Het plan	10
2.1 Procedure besluitvorming.....	10
2.1.1 Voorfase	10
2.1.2 MER	10
2.1.3 PIP	10
3 Beleid en regelgeving water	11
3.1 Europees beleid	11
3.2 Rijksbeleid	11
3.3 Provinciaal beleid	12
3.4 Regionaal	13
4 Bestaande situatie.....	15
4.1 Bodem en ondergrond.....	15
4.2 Hoogteligging	16
4.3 Oppervlaktewater	16
4.4 Grondwater	19
5 Toekomstige situatie met effecten en maatregelen	23
5.1 Uitgangspunten ontwerp	23
5.1.1 Wegprofielen	25
5.2 Beschrijving afwatering weg per deeltracé.....	26
5.2.1 Deeltracé Luikerweg-Monseigneur Smetsstraat	26
5.2.2 Deeltracé Monseigneur Smetsstraat-N397	29
5.2.3 Deeltracé N397-Molenstraat	30
5.2.4 Deeltracé Molenstraat-Riethovensedijk.....	33
5.2.5 Deeltracé Riethovensedijk-Locht.....	36
5.3 Natte natuurparel dal Keersop	38
6 Conclusies en aanbevelingen	39

Bijlagen:

1. Onderzoek breuk Broekhovenseweg (Deltares, 2014)
2. Modelberekening voorkeursalternatief (RHDHV, 2014)

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van het realiseerbaar maken van de N69 wordt een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) opgesteld. Voor het aspect water binnen het PIP is een onderbouwing van het ontwerp nodig. Hierbij wordt op hoofdlijnen de wijze beschreven waarop rekening wordt gehouden met water binnen het plan. In het voorliggende rapport is deze waterhuishoudkundige onderbouwing opgenomen en is daarmee onderdeel van het PIP.

1.2 Deze watertoets

Om te komen tot een waterhuishoudkundige onderbouwing is in het MER reeds aandacht besteed aan het aspect water. Op deze wijze is geborgd dat de effecten van de voorgenomen activiteit op het watersysteem zijn meegewogen in het besluit voor het voorkeursalternatief. Nadat het voorkeursalternatief is vastgesteld is het wegontwerp verder uitgewerkt, waarbij de waterhuishouding een prominente plaats inneemt. Het betreft een uitwerking op hoofdlijnen, waarin de afwateringsprincipes en uitgangspunten zijn vastgelegd voor de volgende planfase (oa opstellen waterhuishoudingsplan en aanvraag watervergunning).

Bij het opstellen van het MER en dit rapport is Waterschap De Dommel betrokken geweest. En ook de verdere detaillering van de toekomstige waterhuishouding zal gebeuren in samenspraak met het waterschap.

2 Het plan

2.1 Procedure besluitvorming

Voorafgaand aan het opstellen van het PIP is reeds een traject van plan- en besluitvorming doorlopen. In de onderstaande paragrafen wordt hierop kort ingegaan, zodat het opstellen van het PIP in een bredere context komt te staan.

2.1.1 Voorfase

Voorafgaand aan het opstellen van het doorlopen van de m.e.r-procedure is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau 'Grenscorridor N69' vastgesteld, Naar aanleiding van binnengekomen inspraakreacties en adviezen en het advies van de Commissie voor de m.e.r. is hierover door de provincie een advies Reikwijdte en Detailniveau vastgesteld in mei 2013.

2.1.2 MER

Aan de hand van de vastgestelde Notitie Reikwijdte en Detailniveau heeft de provincie Noord-Brabant vervolgens het MER laten opstellen. Op basis van het MER is door de bestuurlijke Werkgroep Nieuwe Verbinding een advies opgesteld voor een breed gedragen voorkeursalternatief (VKA). Door Gedeputeerde Staten is dit advies voor het VKA overgenomen. Het MER vormt een bijlage bij het PIP, en gaat als zodanig mee in de (inspraak)procedure. Het MER heeft echter ook een eigen procedure. Deze twee procedures zijn aan elkaar gekoppeld. Zie hoofdrapport MER.

2.1.3 PIP

Op basis van het VKA wordt een ontwerpPIP opgesteld dat samen met het MER ter inzage wordt gelegd. Hierna stellen Provinciale Staten van Noord-Brabant het definitieve PIP vast. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het MER, de inspraakreacties en de bijbehorende adviezen. Aangegeven wordt hoe rekening gehouden is met milieugevolgen, inspraakreacties en adviezen. Bovendien wordt vastgesteld hoe en wanneer er geëvalueerd wordt op daadwerkelijk optredende milieugevolgen.

3 Beleid en regelgeving water

Op verschillende niveaus hebben overheden in hun beleidskader aangegeven waaraan ruimtelijke ontwikkelingen moeten voldoen. Met bestaand beleid dient zo veel mogelijk rekening te worden gehouden. Daarnaast vormt wet- en regelgeving een dwingend kader bij de planvorming rond de nieuwe verbinding. In dit hoofdstuk is relevant waterbeleid en wet- en regelgeving opgenomen. Dit is leidend bij het opstellen van het ontwerp.

3.1 Europees beleid

Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water is een Europese richtlijn die tot doel heeft de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te waarborgen en te verbeteren. Hiertoe hebben de waterbeheerders oppervlaktewaterlichamen geclassificeerd. Aan de classificatie hangt een maatregelenpakket om de kwaliteit te verbeteren. De doelen per waterlichaam zijn opgenomen in de waterbeheerplannen.

Natura2000

De Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn (richtlijn 79/409/EEG en 943/EEG) verplichten de lidstaten van Europa onder meer tot het aanwijzen van speciale beschermingszones, de zogenaamde Natura2000-gebieden. De basis van deze wetgeving komt onder andere voort uit de Conventie van Bonn en de Conventie van Bern. De essentie van het beschermingsregime van deze gebieden is dat de natuurlijke kenmerken in beginsel niet mogen worden aangetast. Voor de Natura2000-gebieden dienen concrete instandhoudingsdoelstellingen te worden geformuleerd die verbonden zijn aan soorten, vogels en/of habitattypen. Voor Nederland is het beschermingsregime voor Natura2000-gebieden verankerd in de Natuurbeschermingswet 1998.

3.2 Rijksbeleid

Waterbeheer 21ste eeuw, Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW-actueel)

In het Nationaal Bestuursakkoord Water Actueel is een aantal inhoudelijke uitgangspunten vastgesteld voor het waterbeheer in Nederland:

- Stedelijk gebied mag niet vaker dan eenmaal per 100 jaar inunderen (overstromen) vanuit de inliggende waterlopen
- Hoogwaardige land- en tuinbouw of kassen mogen niet vaker dan eenmaal in de 50 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen

- Akkerbouwgebied mag niet vaker dan eenmaal per 25 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen
 - Grasland mag niet vaker dan eenmaal per 10 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen
- Daarnaast gaat het Waterbeheer 21^{ste} eeuw uit van de trits 'vasthouden, bergen, afvoeren'.

Afstromend Wegwater en Besluit lozen buiten inrichting (2011)

Bovengenoemd kader Afstromend wegwater is een uitwerking van Besluit lozen buiten inrichting. Voor de afwatering van wegen dient te worden voldaan aan de zorgplicht uit de AmvB 'Lozingen buiten inrichtingen'. Dit omvat de volgende voorkeursvolgorde:

1. Infiltreren in de wegberm
2. Lozen op oppervlaktewater middels voorziening
3. Lozen op riool

Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. Een achttal wetten is samengevoegd tot één wet, de Waterwet. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening.

3.3 Provinciaal beleid

Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015

Het Provinciaal Waterplan heeft beleidskaders die richting geven aan het waterbeleid. Deze kaders vloeien onder meer voort uit de Kaderrichtlijn Water en Natura2000. Daarin is aangegeven hoe met waterkwaliteit en ecologische waterdoelstellingen moet worden omgaan. Ook het Europese natuurbeleid en zwemwaterbeleid zijn van invloed op het Provinciaal Waterplan. Een voorbeeld van provinciaal beleid is dat er geen permanente bemaling mag plaatsvinden om bijvoorbeeld een tunnel of verdiepte ligging droog te houden (om opbarsten/opdrijven te voorkomen). Daarnaast gaat het beleid uit van "water-neutraal-bouwen". Dit houdt in dat negatieve effecten van nieuwe ontwikkelingen op de (grond)waterhuishouding moeten worden voorkomen.

Structuurvisie Ruimtelijke Ordening

Op provinciaal niveau geeft de Structuurvisie ruimtelijke ordening (2010) de kaders voor het ruimtelijke beleid, zoals bijvoorbeeld voor de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) of het landelijk gebied. In de provinciale structuurvisie wordt expliciet rekening gehouden met de specifieke kenmerken van Noord-Brabant. Dit betekent dat bijvoorbeeld de beken en het grondwater in dit plan een belangrijke plaats hebben gekregen. Beide vormen immers de basis van de Brabantse watersystemen.

Verordening Ruimte

De onderwerpen die in de Provinciale Verordening Ruimte staan komen uit de provinciale structuurvisie. De verordening is daarbij een van de manieren om die provinciale belangen veilig te stellen. Belangrijke onderwerpen in de Verordening ruimte zijn:

- Ruimtelijke kwaliteit
- Stedelijke ontwikkelingen
- Natuurgebieden en andere gebieden met waarden
- Agrarische ontwikkelingen, waaronder de intensieve veehouderij
- Overige ontwikkelingen in het landelijk gebied

Natte Natuurparels¹

Natte Natuurparels zijn EHS gebieden die zijn aangewezen als zeer waardevolle natte natuurgebieden waar de geohydrologische condities van groot belang zijn voor de natuurwaarden. Het provinciale doel is: verbetering en herstel van het natuurlijke (grond- en oppervlakte-) watersysteem. Deze Natte Natuurparels maken deel uit van de EHS en zijn eerder al vastgelegd in de Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005 en in de revitaliseringsplannen met een beschermingszone van gemiddeld 500 meter. In de Natte Natuurparels en de beschermingszones (deze zijn in de Verordening Ruimte Noord-Brabant gecombineerd en opgenomen als 'attentiegebieden EHS') gelden beperkingen in de vorm van een aanlegvergunningstelsel voor activiteiten die de grondwaterstand negatief kunnen beïnvloeden, zoals drainage en diepplougen.

3.4 Regionaal

Waterbeheerplan Waterschap De Dommel 2010-2015

In het waterbeheerplan beschrijft het waterschap de doelen en inspanningen voor 2010-2015. Twee onderwerpen hebben hoge prioriteit:

1. Het voorkomen van wateroverlast
2. Het herstellen van het watersysteem van Natura2000-gebieden en behalen van KRW-doelen

Er is geregeld sprake van regionale wateroverlast, zowel op de landbouwgronden als in het bebouwd gebied. Bij de beekdalen die in zeer natte perioden van nature overstromen worden geen overstromingsnormen toegepast, omdat overstromingen in de beekdalen behoren tot het functioneren van een natuurlijk watersysteem. Om wateroverlast in bebouwd gebied tot een aanvaardbaar niveau te brengen zijn waterbergingsgebieden en aanvullende (beschermende) maatregelen nodig.

¹ De provincie heeft ook andere beleidsdoelen zoals ruimte voor behoud en herstel van watersystemen en waterberging. Deze thema's blijven in dit document buiten beschouwing omdat blijkt dat de nieuwe verbinding geen significant effect hier op heeft.

Vanuit de gedachte van “droge voeten” worden waar nodig gestuurde waterbergingsgebieden aangelegd, zodat de kans op regionale wateroverlast acceptabel is. Daarnaast kiest het waterschap voor de inrichting en het beheer van watergangen voor het behalen van de ecologische doelen uit de Europese Kaderrichtlijn Water en de functies ‘waternatuur’ en ‘verweven’ uit het Provinciaal Waterplan. Dit betekent bijvoorbeeld het continueren van beekherstelprojecten, het herstellen van natte natuurplek en de aanleg van ecologische verbindingzones.

[Keur waterschap De Dommel 2013](#)

De Keur is de verordening van het waterschap waarin regels zijn opgesteld voor onderhoud en handelingen in het grond- en oppervlaktewatersysteem en rondom keringen. Voor handelingen waarbij (vrijwel) geen negatieve effecten zijn te verwachten zijn beleidsregels en algemene regels opgesteld. Deze leiden voor standaard handelingen tot een verlichte motiveringsplicht maar niet tot een vergunningsplicht.

4 Bestaande situatie

De inhoud van dit hoofdstuk is gebaseerd op het achtergrondrapport bodem, ondergrond, water van het project MER Grenscorridor N69 (Tauw, 2014). Het betreffende achtergrondrapport is, evenals deze Watertoets, een bijlage bij het PIP voor de nieuwe verbinding. Voor kaarten en meer detailinformatie wordt daarom verwezen naar het achtergrondrapport.

4.1 Bodem en ondergrond

De nieuwe weg ligt op het Kempisch Plateau en doorsnijdt het beekdal van de Run en het beekdal van de Keersop. Beide beken vormen onderdeel van de bovenloop van de Dommel. Het Kempisch Plateau bestaat uit dekzand en het bodemtype bestaat hier uit haar- en veldpodzolen en duinvaaggronden. Ter plaatse van de beekdalen komen enige beekdalafzettingen voor, bestaande uit beekeerdgronden en moerige eerdgronden (enige beekdalbodems).

De ondiepe bodemopbouw varieert ruimtelijk sterk, deels als gevolg van natuurlijke processen en deels als gevolg van lokale herinrichtingmaatregelen. Dat betekent dat effecten van een wegconstructie lokaal verschillend kunnen uitwerken. Voor de diepe ondergrond is het beeld eenduidiger.

Tabel 4.1 Geohydrologische schematisatie

Laag	Geologisch eenheid	KD (m ² /dag)	C (dagen)	Onderzijde (m NAP)
1	Form. Van Bortel	100	10	15
2	Form. Van Stamproy - Sterksel	350	10-1700	0
3	Form. Van Stamproy - Sterksel	600	10-200	-30
4	Form. Van Stamproy - Sterksel	1000	Nvt	-75

De watervoerende lagen variëren ruimtelijk in KD-waarde (=doorlaatvermogen van de ondergrond). Voor deze eerste inschatting is een gebiedsgemiddelde genomen. De breukzones geven scherpe overgangen in laagdikte. Volgens het TNO onderzoek zijn er geen belangrijke laterale effecten van de breuken gevonden omdat de doorlatendheid van de aan elkaar grenzende formaties groot is. Wel zijn in het noordwesten van het plangebied gronden met wijst verschijnselen aangetroffen. Dat is een natte grondwatertoestand die het gevolg is van een slecht doorlatend breukvlak.

In het noordelijke deel van het plangebied komt een geologische breukzone voor. Voor meer informatie wordt verwezen naar het MER-achtergrondrapport Bodem, ondergrond en water. De nieuwe weg ligt in de breukzone, die de zuidwestelijke rand vormt van de Roerdalslenk. De Roerdalslenk daalt ten opzichte van westelijk Noord-Brabant en het Kempisch Plateau. Door deze daling liggen dezelfde geologische lagen in de Roerdalslenk op een grotere diepte dan er buiten, en hebben ze dikwijls een grotere dikte. De breuken zijn NW-ZO georiënteerd en bestaan uit diepe en ondiepe breuken. Ondiepe breuken kunnen tot aan het oppervlak waarneembaar zijn en kunnen de ondiepe grondwaterstroming verstoren.

4.2 Hoogteligging

Het maaiveld bevindt zich op circa 25 meter +NAP. Het huidige maaiveld ter plaatse van de nieuwe weg varieert tussen 23 m +NAP in de beekdalen tot 26 m +NAP op het plateau. Op deze hoogtekaart is goed te zien dat het plangebied het beekdal van de Run loodrecht doorkruist en dat het plangebied vervolgens de rand van het plateau en het beekdal van de Keersop volgt en vervolgens doorloopt richting de bestaande N69.

4.3 Oppervlaktewater

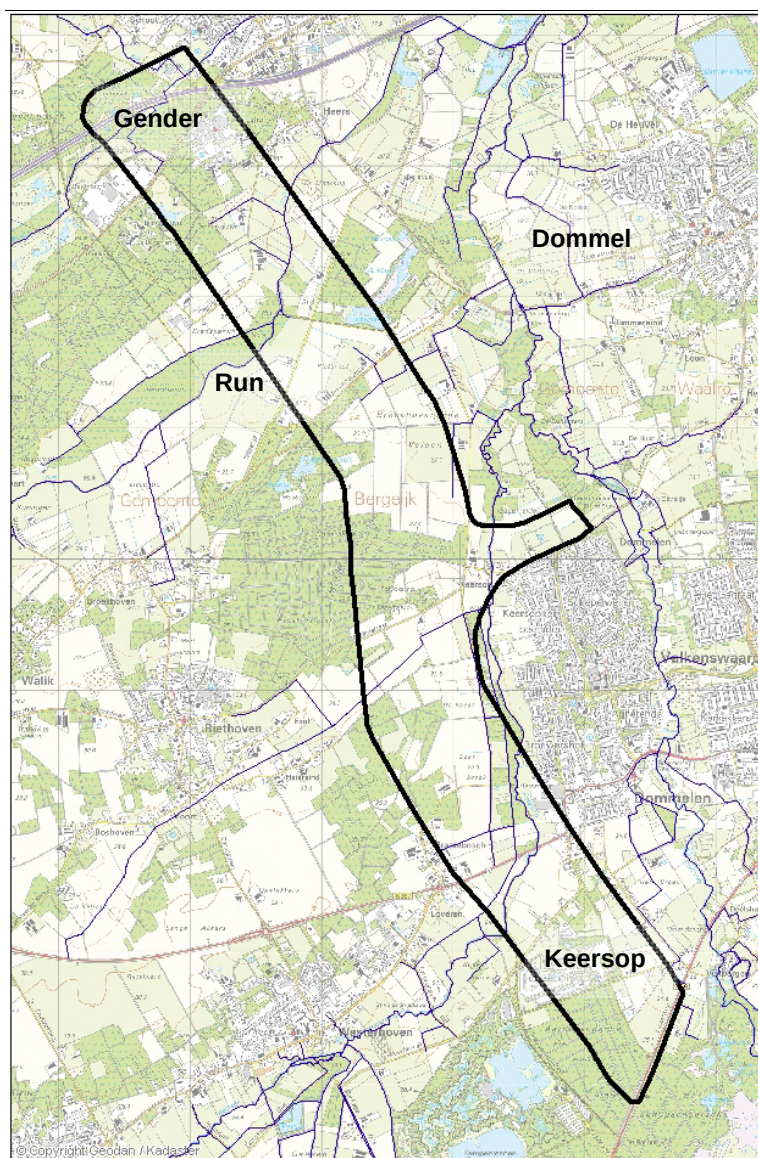
Door het plangebied stromen diverse waterlopen waaronder de Gender, de Run en de Keersop. Langs de zuidzijde van het zoekgebied loopt de meanderende beek de Keersop, die langs Dommelen richting het noorden stroomt en samenkomt met de Dommel (zie figuur 4.1). Parallel aan de Keersop lopen twee watergangen in het beekdal door het zoekgebied, die in beheer zijn bij het waterschap (KS70 en KS74, zie figuur 4.2). Het beekdal is goed gedraineerd, er is een relatief intensief afwateringspatroon aanwezig

Het gebied tussen de Luikerweg en het dal van de Keersop wordt gekenmerkt door weinig sloten en greppels. Het vormt de scheiding tussen de beekdalen van de Keersop en de Dommel. De B-watergangen die nabij de Luikerweg worden doorsneden door het tracé sluiten aan op een A-watergang die uitmondt in de Dommel. Nabij de Monseigneur Smetstraat ligt een stelsel van greppels.

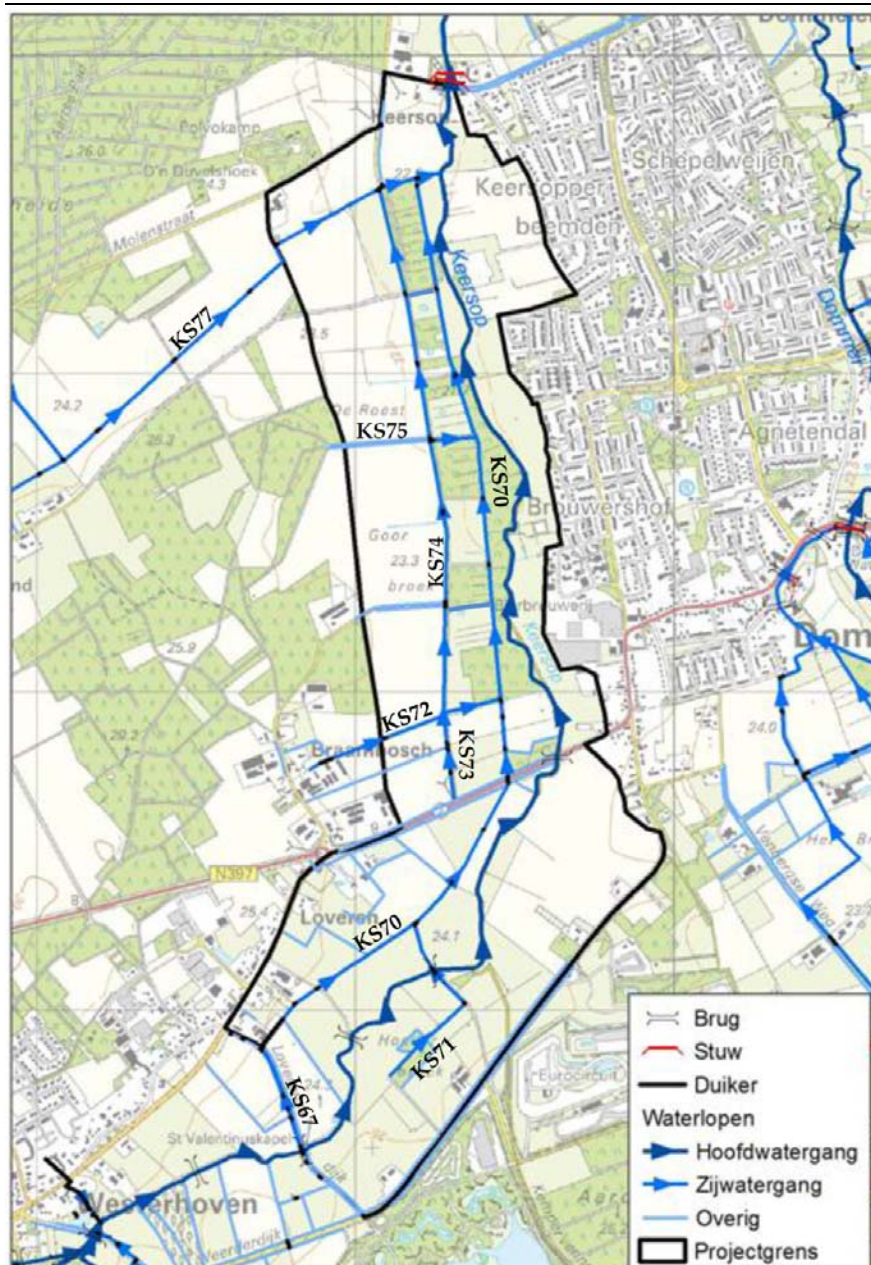
De KS70/KS67 heeft een belangrijke afwateringsfunctie voor het landbouwgebouwgebied in het oostelijk deel van het dal van de Keersop. Ten tijden van extreme neerslag is het waterpeil van de Keersop te hoog om het landbouwgebied rechtstreeks af te wateren op de Keersop. De watergang KS67 kruist daarvoor de Keersop met een sifon om vervolgens parallel aan de Keersop te stromen (KS70) en via de KS77 op de Keersop te lozen, aan de noordzijde van Dommelen.

Het landbouwgebied ten oosten van de bossen nabij Braambosch watert via een aantal B-watergangen en droge greppels af op de KS74. De KS74 stroomt in noordelijke richting, parallel aan de KS70 en mondt uit in de KS77, die vervolgens loost op de Keersop.

Nabij de Broekhovenseweg liggen twee hoofdwatgangen nabij de toekomstige ligging van het wegtracé. Vervolgens wordt het beekdal van de Run gekruist. Hierin is alleen de Run aanwezig. In het gebied vanaf het beekdal tot de Locht liggen een aantal B-watgangen en droge sloten. Deze wateren via A-watgangen af op de Run.



Figuur 4-1 Overzicht met de beekstelsels in de directe omgeving van het plangebied



Figuur 4-2 Waterlopen in het beekdal van de Keersop nabij Dommelen

4.4 Grondwater

De gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar varieert van 0,2 m-mv nabij Dommelen tot 2,0 m-mv nabij de A67². Verder geldt dat er in de beekdalen sprake is van hoge(re) grondwaterstanden. In de oostelijk en westelijk gelegen bossen is sprake van lagere grondwaterstanden.

In de beekdalen komt kwel voor en ook in de waterloop direct ten westen van de Keersopperdreef. Daarnaast is er kwel gesignaleerd op locaties nabij (ondiepe) breuken in het noordelijke deel van het plangebied.

² Ook voor deze paragraaf geldt dat voor kaartmateriaal wordt verwezen naar het Achtergrondrapport Bodem en Water (Tauw, 2014)



Figuur 4-3 Isohypsenaart WVP1 met daarin het plangebied (zwart omlijnd), uitsnede uit rapportage Bureau Waardenburg

Natte Natuurparels en vennen

De EHS gebieden Groot Goor en Keersopdal zijn beide aangewezen als Natte Natuurparel³. Binnen het plangebied komen ook diverse vennen voor maar geen van de alternatieven doorsnijdt deze vennen.

Bodem- en grondwaterkwaliteit

Aan de noordzijde is een bekende bodem- en een ernstige grondwaterverontreiniging aanwezig in het zoekgebied ter plaatse van het benzinestation langs de A67 (interventiewaarde wordt overschreden). Daarnaast is er een bekende bodemverontreiniging ter plaatse van het industrieterrein in Dommelen. Uit het MER blijkt echter dat de verontreinigingen niet worden beïnvloed door de nieuwe verbinding.

³ Voor een beschrijving van de natuurdoelen en natuurwaarden in deze gebieden wordt verwezen naar het achtergrondrapport Natuur (Tauw, 2013)

Kenmerk R014-1211681BMU-irb-V02-NL

5 Toekomstige situatie met effecten en maatregelen

In dit hoofdstuk is beschreven op welke wijze met het watersysteem binnen het wegontwerp wordt omgegaan. Daarnaast worden maatregelen (op hoofdlijnen) beschreven die negatieve hydrologische effecten op de omgeving voorkomen.

5.1 Uitgangspunten ontwerp

Het tracé van de nieuwe verbinding volgt globaal vanaf de Luikerweg (bestaande N69) het oorspronkelijke tracé van de Lage Heideweg, loopt vervolgens vanaf de aansluiting van de N397, over een lengte van circa 1750 meter, op een afstand van gemiddeld 70 meter ten westen van de Keersopperdreef. Vanaf de kruising met de Molenstraat loopt de verbinding door in noord-westelijke richting tot aan de A67 waar een nieuwe aansluiting wordt gerealiseerd op de A67 door de gemeente Veldhoven.

Weginrichting en aansluitingen

De nieuwe verbinding wordt ingericht als gebiedsontsluitingsweg, type 2: één rijbaan met een breedte van circa 7,50 meter met 2 rijstroken, 80 km/uur verbinding. Inclusief obstakelvrije zone en greppels heeft het totale wegprofiel een breedte van circa 30 meter (lokaal meer als er bijvoorbeeld bomenraaien, groenstroken of lokale ontsluitingen langs de weg worden gerealiseerd). Het gehele traject kent vier aansluitingen, van zuid naar noord:

- De Luikerweg (N69), ongelijkvloerse aansluiting welke volledig onderdeel uitmaakt van het PIP voor de nieuwe verbinding
- De Dommelsedijk (N397), ongelijkvloerse aansluiting welke volledig onderdeel uitmaakt van het PIP voor de nieuwe verbinding
- De Locht, gelijkvloerse aansluiting. Het gedeelte ten zuiden van de Locht maakt onderdeel uit van het PIP voor de nieuwe verbinding
- Aansluiting Veldhoven West (A67), ongelijkvloerse aansluiting. Deze aansluiting wordt opgenomen in het gewijzigde bestemmingsplan van Veldhoven en wordt dus niet opgenomen in het PIP voor de nieuwe verbinding

De nieuwe verbinding wordt grondwaterneutraal ontworpen. Hiermee wordt bedoeld dat de weg geen significante negatieve effecten mag hebben op het grondwater. Met name voor het tracé tussen de N397 en de Dommelsedijk is dit een aandachtspunt omdat hier ten oosten van het tracé een nat natuurgebied wordt gerealiseerd met grondwaterstanden die tot aan maaiveld kunnen reiken. De wegas komt op dit deel van het tracé op circa 1,5 m boven het huidige maaiveld te liggen. Met deze hoogteligging wordt gegarandeerd dat er geen vorstschade zal optreden aan de nieuwe verbinding én wordt gegarandeerd dat er geen drainerende watergangen nodig zijn die een negatief effect hebben op de grondwaterstand in de (nieuwe) natuur. Op de overige delen van het tracé ligt de wegas om dezelfde redenen op circa 0,75 m boven maaiveld. Hier is een lagere ligging mogelijk omdat de grondwaterstand naast het tracé van nature dieper ligt.

Passage beekdalen en natuur

Ter plaatse van de kruising van de Nieuwe Verbinding met de beekdalen van de Keersop en de Run zal de nieuwe weg verhoogd op palen, over een lengte van elk 250 meter worden aangelegd. Bij de realisatie van de weg wordt de laanbeplanting langs de Keersopperdreef zoveel mogelijk gehandhaafd en worden de volgende faunapassages gerealiseerd:

- Ecoduiker onder de nieuwe verbinding ter plaatse van De Roest
- Ecobrug ter plaatse van de watergang Heiereindseloop (KS77)
- Verbreding van de bestaande brug van de N397 over de Keersop (smalle brug wordt ecobrug)

Herstel natte natuurparel Keersopperbeemden

De bestaande watergangen langs de Keersopperdreef worden gedempt als onderdeel van het voorkeursalternatief. Met deze maatregel wordt bijgedragen aan de ontwikkeling van natuurwaarden in het westelijk deel van de Natte Natuurparel Keersopperbeemden en de nieuw te realiseren natuur tussen de Keersopperdreef en de nieuwe verbinding⁴.

Mitigerende maatregelen ten behoeve van Natura2000

Een deel van de Keersopperbeemden valt binnen het Natura2000-gebied 'Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux' en bevat het habitatype beekbegeleidende bos. Om negatieve effecten van een toename van stikstofdepositie op dit bos te voorkomen worden de volgende mitigerende maatregelen genomen (zonodig gefaseerd):

- Het minimaliseren/opheffen van de drainerende werking van de KS70 in de directe nabijheid van het als Natura2000 aangewezen beekbegeleidende bos. Dit gebeurt door het aanbrengen van een weerstandbiedende laag (bijvoorbeeld bentoniet of leem) onder en naast de KS70 over een lengte van circa 300 m. Ter illustratie: de totale lengte van de KS70 in de Keersopperbeemden is circa 2000 m. Met deze maatregel blijft het natte profiel van de KS70 in stand. En ook de waterbodem wordt teruggeplaatst (bijvoorbeeld grind als daarvan sprake is). De technische uitwerking van de weerstandbiedende laag volgt in het nog op te stellen waterhuishoudingsplan
- Het dempen van de oost-west lopende ondiepe greppels in de directe nabijheid van het beekbegeleidende bos gelegen binnen Natura2000. Het gaat om enkele ondiepe greppels die liggen tussen de KS70 en de Keersop

⁴ Het dempen van de watergangen langs de Keersopperdreef heeft niet als doel om te reiken tot in oostelijk gelegen deel van de Keersopperbeemden dat is aangewezen als Natura2000. Het is dus geen beheermaatregel en/of mitigerende maatregel in het kader van Natura2000 maar puur en alleen een maatregel waarmee wordt bijgedragen aan het herstel van (het westelijke deel van) de Natte Natuurparel Keersopperbeemden.

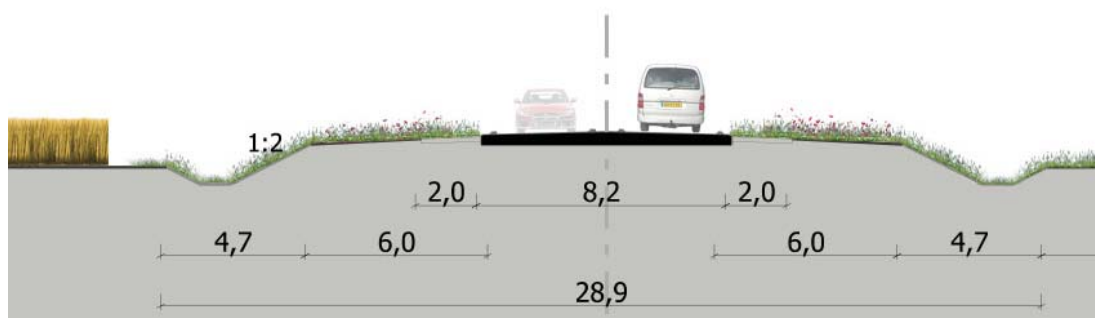


Figuur 5.1 Begrenzing Natura2000 nabij de Keersopperbeemden

5.1.1 Wegprofielen

De weg kent verschillende wegprofielen, afhankelijk van de locatie. In alle gevallen is sprake van één rijbaan met twee rijstroken (totaal circa 8,2 meter breed verhard oppervlak). Daarnaast ligt aan weerszijde van de weg een berm (obstakelvrije zone) van 6 meter, gevolgd door een zaksloot met een bodemdiepte van circa 1,5 meter onder het wegdek. De zaksloten dienen een tweeledig doel:

- Garanderen van voldoende ontwateringsdiepte (min 0,70 m) onder de weg om vorstschade te voorkomen
- Opvangen van overtollig regenwater dat niet infiltreert in de wegberm



Figuur 5-2 voorbeeld van standaardprofiel wegoopbouw met rijbanen met bermen en zaksloten

De weg wordt grondwaterneutraal aangelegd. Dat betekent dat na realisatie van de weg er geen significant effect is op het grondwatersysteem. Dit is van belang omdat er sprake is van beschermde en attentiegebieden op basis van de Verordening Water van de provincie waarbinnen in beginsel geen effecten op het grondwater mogen plaatsvinden.

Om de zaksloten grondwaterneutraal aan te leggen wordt de bodem van de zaksloten niet lager aangelegd dan de GHG. Omdat de GHG over het wegtracé varieert, verschilt ook de hoogteligging van de weg.

Uitzonderingen

Ter plaatse van ongelijkvloerse kruisingen is een afwijking van het standaardprofiel noodzakelijk voor een geleidelijke overgang.

Bij een kruising over onderliggende wegen wordt het wegprofiel opgetrokken en op een grondlichaam aangelegd. Hierbij blijven de zaksloten op de oorspronkelijke hoogte liggen.

Bij een kruising onder lokale infrastructuur door wordt de weg in een waterdichte constructie aangelegd. Hierbij is geen sprake van afstroming van wegwater naar een zaksloot.

5.2 Beschrijving afwatering weg per deeltracé

5.2.1 Deeltracé Luikerweg-Monseigneur Smetsstraat

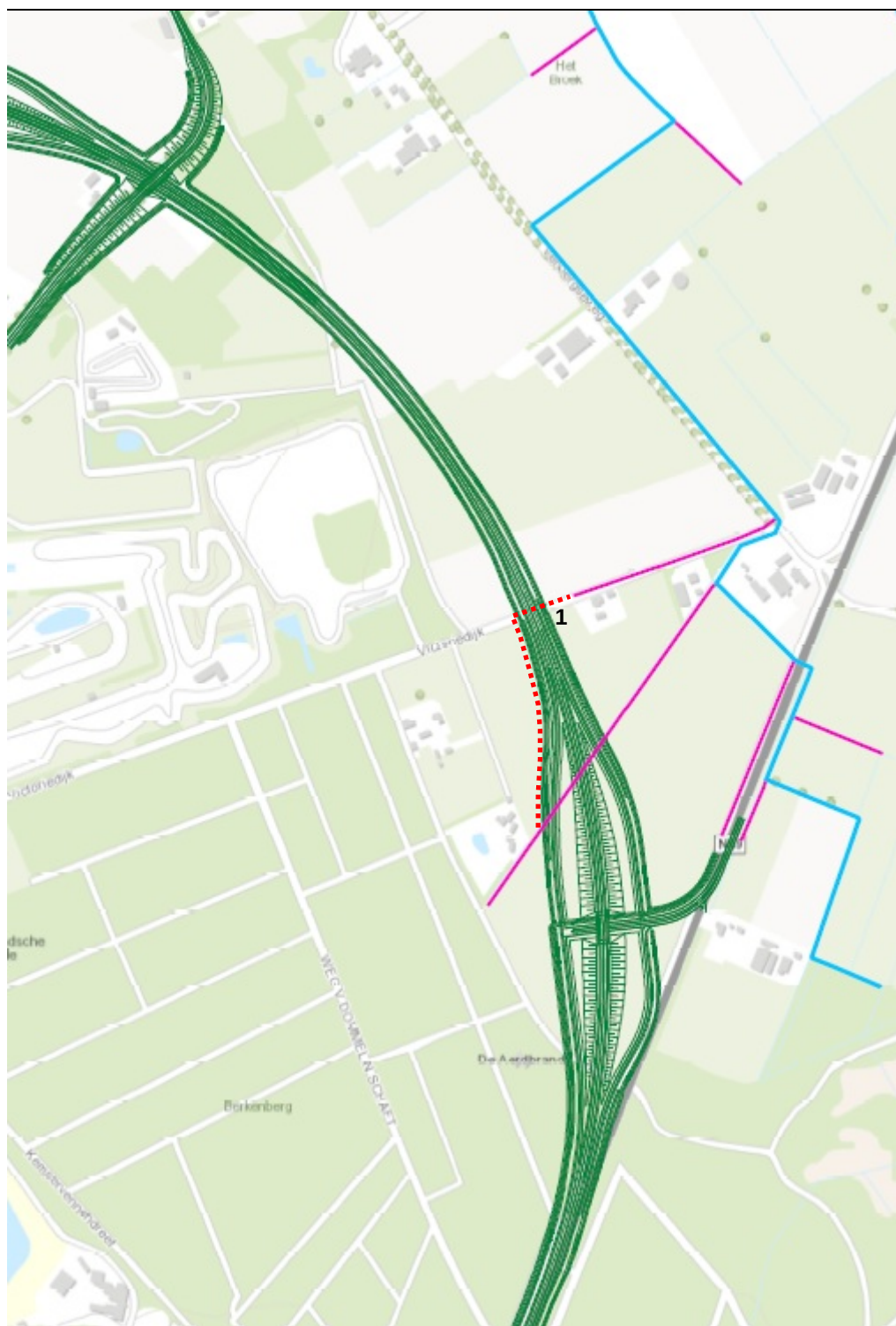
Op dit deeltracé ligt de weg met het standaardprofiel ca 0,75 meter boven het oorspronkelijke maaiveld. Ter plaatse van de aansluiting op de bestaande N69 is een ongelijkvloerse kruising gepland, waarbij de N69 wordt opgehoogd.

Aan weerszijde van het nieuwe wegtracé worden de nieuwe zaksloten aangelegd. Deze worden verbonden met de andere (geïsoleerde) droge sloten die ter plaatse liggen. Langs de om te leggen B-watergang wordt gebruik gemaakt van een bermassage om afstromend wegwater niet af te voeren naar het oppervlaktewater. De zaksloten dienen voor het opvangen van afstromend wegwater dat niet in de berm infiltreert.

Ter plaatse van de aansluiting op de Luikerweg ligt de weg verhoogd op een grondlichaam en worden de zaksloten aan de buitenzijde van de op/afritten aangelegd. Het afstromende wegwater van het kunstwerk wordt via goten naar de landhoofden afgevoerd. Vanaf daar stroomt het wegwater vrij naar de bermen. Tussen de hoofdweg en de afritten wordt de berm onder aan het talud met een greppel aangelegd van circa 0,3 meter diep. Hierdoor wordt het water vastgehouden waardoor het infiltreert. In het extreme geval dat de greppel volledig gevuld raakt zal regenwater over de op/afritten stromen naar de zaksloten aan de buitenzijde van de weg.

Doordat de GHG voldoende laag is op dit deeltracé ($>1,0$ m-mv) hebben de zaksloten die worden aangelegd geen drainerende werking.

De B-watergang die het tracé doorkruist (roze lijnen in de volgende figuur) wordt via een bermsloot omgeleid naar de Victoriedijk en daar via een duiker onder het wegtracé doorgeleid (nummer 1 in Figuur 5-3) en verbonden met de watergang langs de Victoriedijk.



Figuur 5-3 uitsnede wegtrace (groen), onderliggende watersysteem (blauw en roze) en aanpassingen (rood)

5.2.2 Deeltracé Monseigneur Smetsstraat-N397

De weg passeert in dit deeltracé het beekdal van de Keersop. Noordelijk van de M. Smetsstraat loopt de weg geleidelijk op naar de aansluiting op de te bouwen brug over het beekdal. Vanaf de M. Smetsstraat tot aan het brughoofd wordt een zaksloot aangelegd die afstromend regenwater afvangt. Deze zaksloot wordt niet verbonden met een droge sloot die langs de N397 ligt en in verbinding staat met de Keersop (nummer 1, Figuur 5-4) anders kan verontreinigd wegwater de Keersop in lopen. Dit is in verband met de waterkwaliteit van de Keersop niet wenselijk.

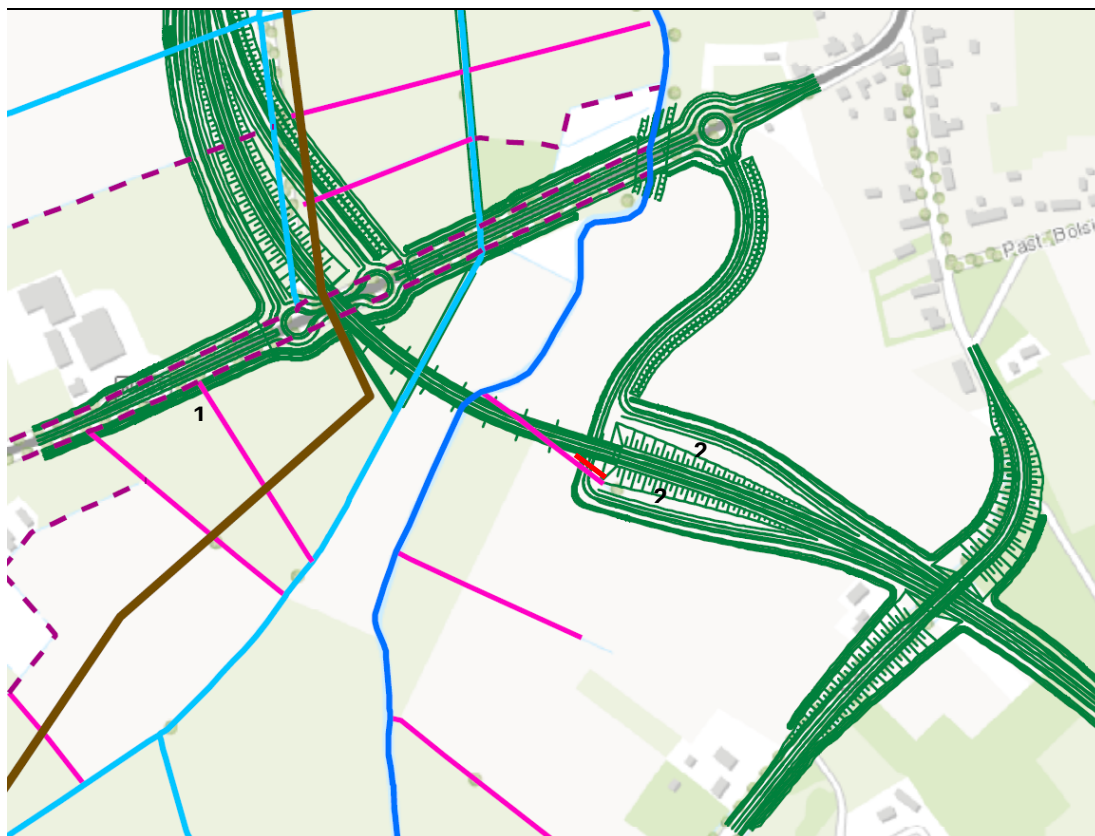
Het totale oppervlak van de pijlers van de brug in het beekdal van de Keersop bedraagt circa 30 a 40 m². Dit gaat ten koste van de oppervlakte natuurlijke waterberging van het beekdal en dient gecompenseerd te worden. Vooralsnog wordt ingezet op vergroting van de bergingscapaciteit van het beekdal door een plaatselijke verlaging/verruiming in het deel van het beekdal dat van nature kan overstromen. Een wijziging van de bestemming is hiervoor niet noodzakelijk. De uitwerking van deze maatregel vindt, in nauwe samenspraak met het waterschap, plaats bij het op te stellen waterhuishoudingsplan.

In de ruimte tussen de op/afritten van de N69 naar de N397 (nummer 2 in de figuur) wordt tevens een greppel aangelegd voor de berging van afstromend regenwater. Deze extra berging in de greppels is nodig om het afstromende regenwater vanaf de Brugconstructie over het dal van de Keersop te kunnen opvangen.

Op basis van de T=10 (+10%) bui uit de HNO-tool van De Dommel (56 mm/24 uur) is er voldoende ruimte beschikbaar. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de infiltratiecapaciteit van de wegberm. Het afstromend verhard oppervlak (helft brug en wegdeel ter plaatse) bedraagt circa 0,3 ha. Dit wordt verdeeld over de beide zijden van de weg. Hiermee is een greppel van 0,30 meter waterdiepte voldoende.

Op de brug wordt een scherm van 1 meter hoog geplaatst langs de weg, zodat verontreinigd opspattend en verwaaid regenwater grotendeels wordt afgevangen en niet in de Keersop terecht komt. Hiermee wordt verontreiniging van de Keersop zoveel mogelijk vermeden.

Doordat de GHG voldoende laag is op dit deeltracé (>1,0 m-mv) hebben de zaksloten die worden aangelegd geen drainerende werking.



Figuur 5-4 uitsnede wegtracé (groen), onderliggende watersysteem (blauw, roze en paars) en aanpassingen (rood). De bruine lijn is de riooltransportleiding

5.2.3 Deeltracé N397-Molenstraat

Dit deel van de nieuwe verbinding heeft een afwijkend profiel ten opzichte van de rest van het tracé. De weg wordt circa 1,5 meter boven het oorspronkelijk maaiveld gelegd. Ter plaatse van de aansluiting op de brug over de Keersop is dit uiteraard hoger. Ter plaatse van de Molenstraat is een ongelijkvloerse kruising gepland, waarbij de N69 half verdiept wordt aangelegd (2 m- mv) en de Molenstraat half verhoogd kruist (circa 3 m +mv). Aan de westzijde van het deeltracé is voorzien in een grondwal ten behoeve van landschappelijke inpassing en beperking van de geluidsbelasting.

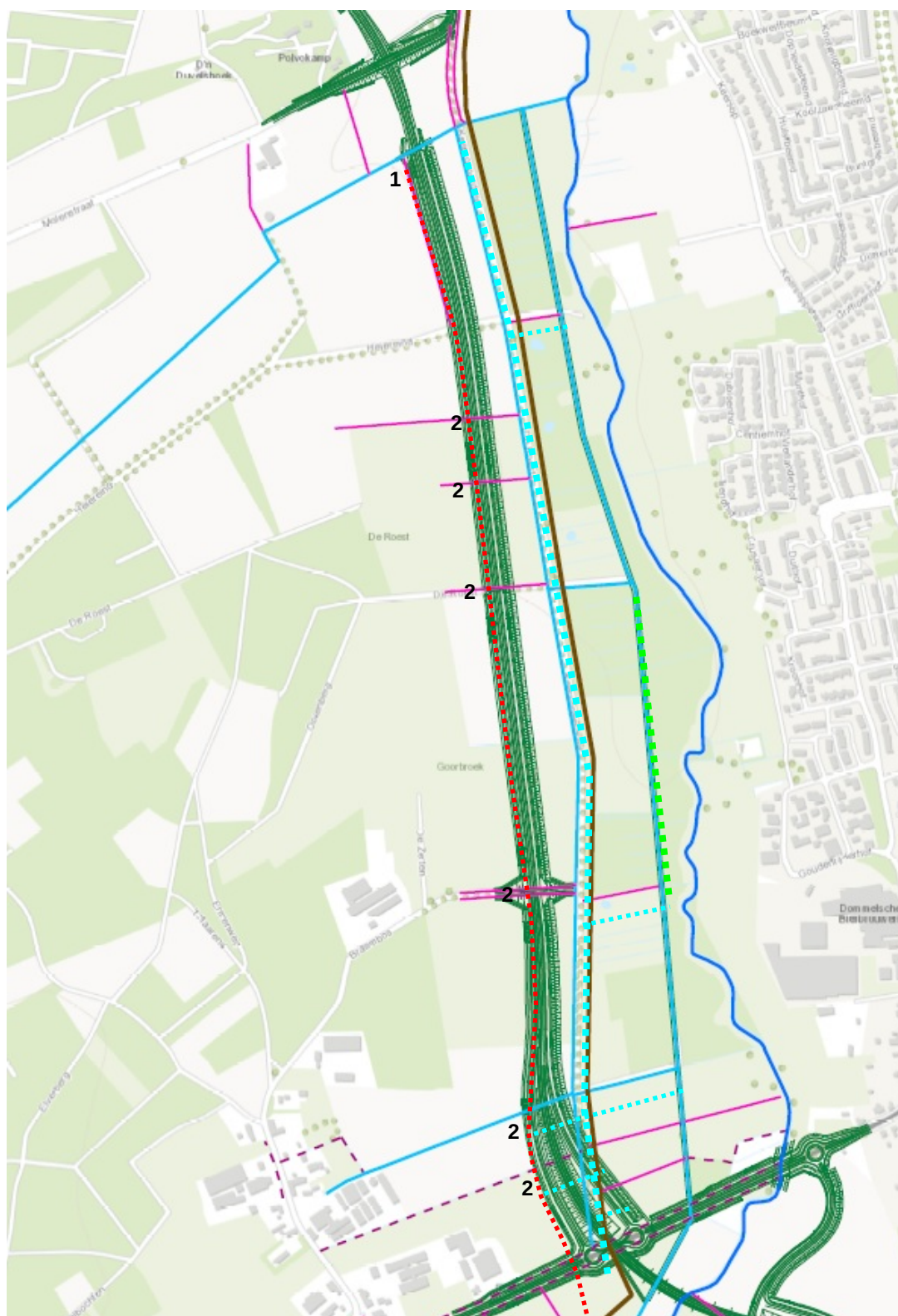
Ter plaatse van het deeltracé tussen de Molenstraat en de N397 wordt de weg hoger aangelegd dan het standaardprofiel, omdat hier sprake is van een GHG die zich op of vlak onder maaiveld bevindt. Door het verhogen van het wegprofiel wordt de bodem van de zaksloot op het oorspronkelijke maaiveld aangelegd en wordt er geen kwelwater afgevangen. Hierdoor is de weg ook hier grondwaterneutraal. Dit gebeurt echter alleen met de watergang aan de westzijde van de weg, tussen de grondwal en de N69 in.

De watergang aan de westzijde van de N69 krijgt een waterafvoerende functie ter compensatie van de watergangen langs de Keersopperdreef (KS73/KS74).

Paragraaf 5.3.2 gaat hier verder op in. De bodemhoogte van de A-watergang bedraagt nabij de N397 ca +22 NAP. Hier wordt de N397 gekruist met een duiker. De nieuwe watergang heeft globaal hetzelfde verhang als de bestaande watergangen langs de Keersopperdreef en sluit aan op de KS 77 met een bodemhoogte van ca +20,5 NAP. De KS77 krijgt een nieuwe kruising met de N69. De kruising wordt uitgevoerd met een ecoduiker (nummer 1 in Figuur 5-5), zodat ook kleine dieren gebruik kunnen maken van de kruising. De diameter van de duiker is nader te bepalen. Alle watergangen en droge greppels vanaf de westelijke zijde van de N69 worden op deze watergang aangesloten.

Doordat bestaande watergangen (nummers 2 in Figuur 5-5) op de nieuwe watergang worden aangesloten blijft de afwatering van het landbouwgebied ten westen van de nieuwe weg gehandhaafd. Feitelijk neemt deze nieuwe watergang daarmee de functie over van de te dempen watergang westelijk van de Keersopperdreef.

De riooltransportleiding dient lokaal te worden omgelegd. Dit dient in de technische uitwerking verder te worden gedetailleerd. Aandachtspunt hierbij zijn de twee bestaande rioleringsstrengen in de N397 die gekruist moeten worden.



Figuur 5-5 uitsnede wegtrace (groen), onderliggende watersysteem (blauw, roze en paars) en aanpassingen (rood). De rood gestippelde lijn is de nieuwe watergang die de landbouwgebieden ten westen van de nieuwe verbinding afwatert op de KS 77. De blauw gestippelde watergangen langs de Keersopperdreef worden gedempt. Het deel van de KS70 waarvan de drainageweerstand wordt geminimaliseerd met bijvoorbeeld leem is indicatief weergegeven met een groene stippellijn. De bruine lijn is de riooltransportleiding

5.2.4 Deeltracé Molenstraat-Riethovensedijk

In dit deeltracé kruist de N69 half verdiept de Molenstraat en de Broekhovenseweg die daar beiden (half) verhoogd worden aangelegd. Het verdiepte deel van de weg ligt circa 2 meter lager dan het oorspronkelijke maaiveld. Het lokale verkeer wordt tegelijk circa 3 meter opgehoogd, zodat een volwaardige doorrijhoogte ontstaat. Op de wegdelen waar geen kruisingen zijn ligt de weg volgens het standaardprofiel circa 0,50 a 0,75 meter boven het oorspronkelijke maaiveld (uitgezonderd hoge/droge delen in het bos Einderheide, daar komt de weg mogelijk op of iets onder het huidige maaiveld te liggen maar dat leidt daar vanwege de diepe grondwaterstanden niet tot effecten op het grondwater).

De afwatering van de weg van de wegdelen boven maaiveld vindt plaats via oppervlakkige afstroming naar de berm. De weg wordt hier weer geflankeerd door zaksloten die afstromend wegwater bergen en vasthouden, dat nog niet is geïnfiltreerd in de berm.

Ter plaatse van de kruising met de Molenstraat wordt het regenwater uit de half verdiepte ligging verzameld in een kelder, gezuiverd via een zandfilter en vervolgens afgepompt naar een infiltratievoorziening in de noordoostelijke hoek van de kruising, nabij de pompput. Op basis van de norm van het waterschap (56 mm/24 uur) is er 135m³ waterberging nodig (bij 2400m² verharding). Hiervoor is voldoende ruimte beschikbaar. Voor de half verdiepte constructie geldt dat de infiltratievoorziening uiteindelijk gedimensioneerd wordt op basis van de gestelde rioleringsnormen van de wegbeheerder, de omvang van de kelder en de toegepaste pompcapaciteit. Dit wordt in een latere planfase uitgewerkt.

Het aangesloten verharde oppervlak van het verdiepte deel ter plaatse van de kruising met de Broekhovenseweg heeft een lengte van circa 250 meter. Op basis van de norm van het waterschap bedraagt de benodigde berging daarmee circa 170 m³. In de noordwesthoek van de kruising, direct ten noorden van de geprojecteerde pompput is binnen de plangrens voldoende ruimte om een infiltratievoorziening van deze omvang aan te leggen. Ook voor deze verdiepte constructie geldt dat de infiltratievoorziening uiteindelijk gedimensioneerd wordt op basis van de gestelde rioleringsnormen van de wegbeheerder, de omvang van de kelder en de toegepaste pompcapaciteit. Dit wordt in een latere planfase uitgewerkt.

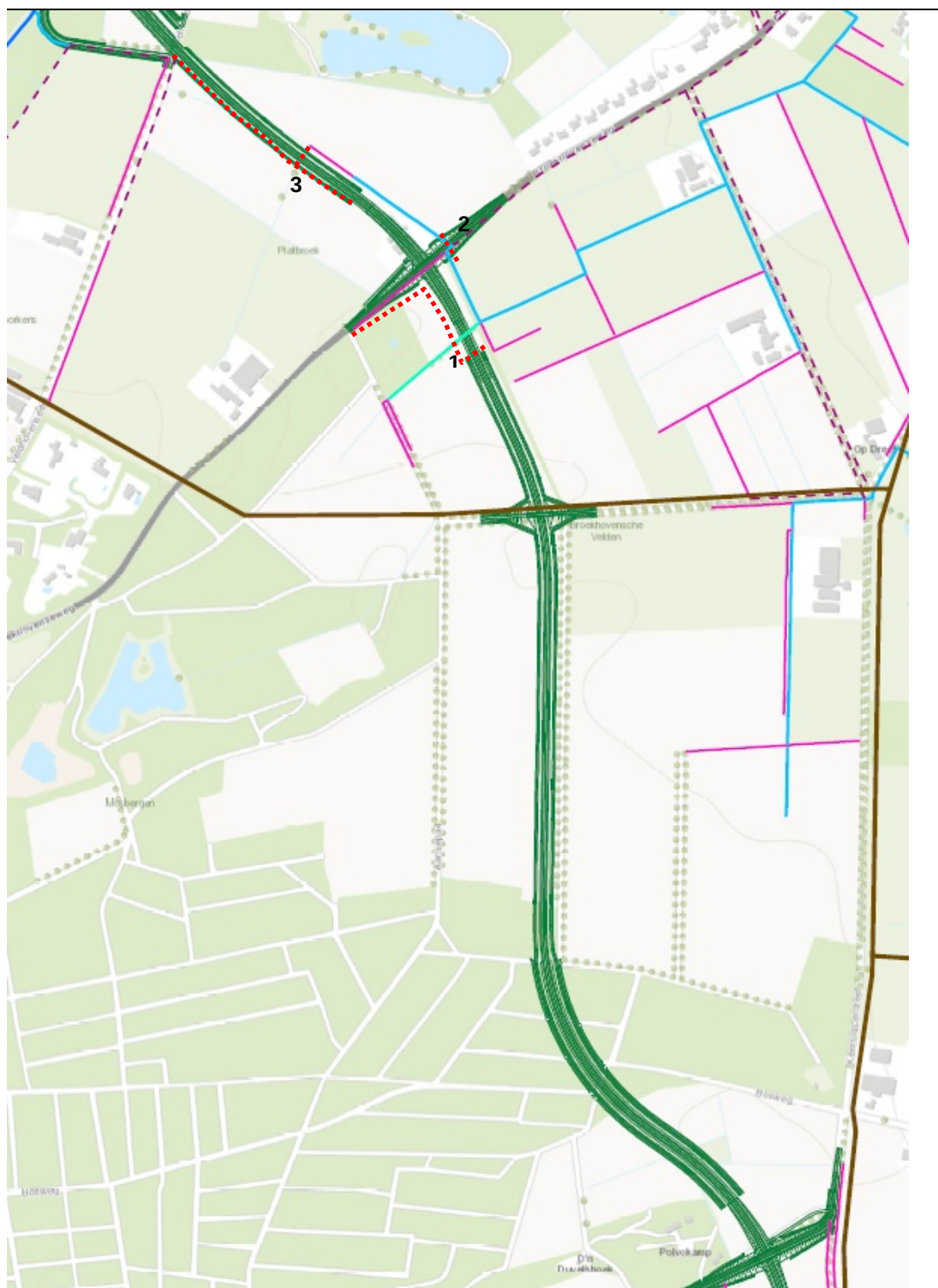
Ter plaatse van de weg De Takkers is een greppelstructuur aanwezig die is verbonden met de Keersop. Om deze verbinding in stand te houden is een duiker nodig onder de N69 tussen de voetgangersbrug KP14 en het viaduct van de Broekhovenseweg (nummer 1 in Figuur 5-6).

Aan de westzijde van nieuwe verbinding, onder de Broekhovenseweg dient de bestaande duiker verlengd te worden (nummer 2 in Figuur 5-6). Dit vanwege de aanleg van het grondlichaam ten behoeve van de verhoogde ligging van de weg. De bestaande A-watgang direct ten oosten van Broekhovenseweg 18 wordt met een nieuwe duiker dwars op de weg (km 4.600) weer verbonden met de rest van de watgang aan de westzijde (nummer 3 in Figuur 5-6). De zaksloot aan de westzijde van de N69 tussen de nieuwe duiker en de aansluiting op de oorspronkelijke watgang wordt aangelegd als reguliere watgang, zoals nu aanwezig. Voor de bestaande watgang die de N69 kruist ter hoogte van km 4.900 wordt een duiker aangelegd.

Uit modelonderzoek en aanvullend veldonderzoek door Deltares blijkt dat de (half) verdiepte constructies ter plaatse van de Broekhovenseweg en de Molenstraat niet leiden tot negatieve effecten op bijvoorbeeld natuur, bebouwing of gewasopbrengst⁵.

De riooltransportleiding (bruine lijn op Figuur 5-6) van het waterschap ligt langs de weg De Takkers. Deze wordt niet nadelig beïnvloed door de aanleg van de voetgangersbrug en wordt daarom gehandhaafd op de bestaande ligging.

⁵ In het rapport "Grondwatereffecten Voorkeursalternatief N69" van RoyalhaskoningDHV (januari 2014) is het effect van de half verdiepte ligging berekend (zie bijlage 2). Hieruit blijkt dat de half verdiepte ligging niet leidt tot significante effecten op het grondwater. Deze conclusie is in lijn met de resultaten van het detailonderzoek dat Deltares in het voorjaar van 2014 heeft uitgevoerd naar de exacte locatie van de breuk nabij de Broekhovenseweg (zie bijlage 1). Het onderzoek van Deltares is uitgevoerd na de modellering van RHDHV maar heeft niet geleid tot andere inzichten waardoor er nu wel significante effecten op het grondwater worden verwacht (mondelinge mededeling dhr. J. Van Sijl, adviseur bij RHDHV). Het blijkt namelijk dat de breuk van nature al een "blokkerende" werking heeft tot grote diepte en dat de "blokkerende" werking van een constructie van slechts enkele meters diep niet leidt tot een aanvullende "blokkerende" werking waardoor er negatieve effecten kunnen optreden. Daarbij speelt mee dat het PIP en de kostenraming de (financiële) ruimte bieden voor het nemen van eventuele mitigerende maatregelen zoals het aanleggen/verleggen van een greppel en/of het toepassen van onderwaterbeton zodat bemaling voor de realisatie van de half verdiepte ligging niet nodig is of sterk wordt beperkt.



Figuur 5-6 uitsnede wegtrace (groen), onderliggende watersysteem (blauw, roze en paars) en aanpassingen (rood). Rode stippellijn geven de wijzigingen aan. De bruine lijn is de riooltransportleiding

5.2.5 Deeltracé Riethovensedijk-Locht

Dit deeltracé bestaat uit de kruising van de N69 met het beekdal van de Run en de aansluiting op de Locht. De kruising van het beekdal vindt plaats door middel van een lange brug op palen, zodat het overstromingsvlak van de Run vrij blijft. De aanloop naar de brug aan weerszijde van de brug vindt geleidelijk plaats. Vanaf de Leemdijk ligt de weg met het standaardprofiel iets boven maaiveld en sluit aan op de weg Locht.

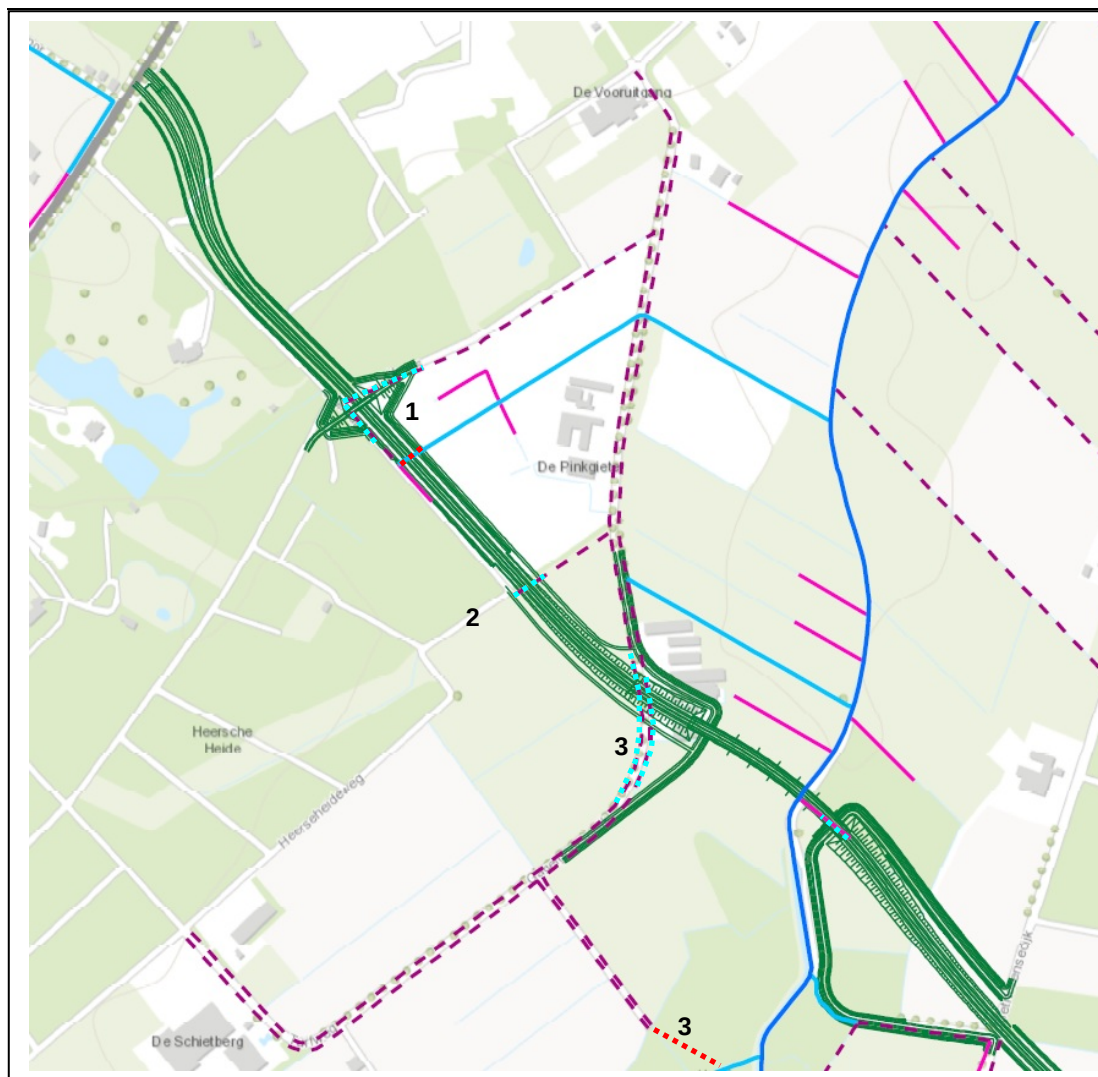
Het totale oppervlak van de pijlers van de brug in het beekdal van de Run bedraagt circa 30 a 40 m². Dit gaat ten koste van de oppervlakte natuurlijke waterberging van het beekdal en dient gecompenseerd te worden. Vooralsnog wordt ingezet op vergroting van de bergingscapaciteit van het beekdal door een plaatselijke verlaging/verruiming in het deel van het beekdal dat van nature kan overstromen.. Een wijziging van de bestemming is hiervoor niet noodzakelijk. De uitwerking van deze maatregel vindt, in nauwe samenspraak met het waterschap, plaats bij het op te stellen waterhuishoudingsplan.

De afwatering van het hele deeltracé vindt plaats door middel van oppervlakkige afstroming naar de berm. Regenwater op de brug wordt met goten aan weerszijde van brug afgevoerd naar de brughoofden waar alsnog afstroming naar de berm plaatsvindt. Er is voldoende ruimte om een infiltratievoorziening in de vorm van een greppel of zaksloot die voldoet aan de norm van het waterschap (56 mm). De locaties waar deze worden aangelegd zijn de bermen tussen de Riethovensedijk en de brug en de bermen tussen de brug en de Leemdijk.

Ten zuiden van KP01, een voetgangersovergang over de nieuwe verbinding, ligt een watergang die wordt doorsneden. Deze verbinding wordt hersteld door de aanleg van een duiker (nummer 2, Figuur 5-7). De bestaande watergangen langs de Gagelgoorsedijk worden in zuidelijk richting aangesloten op een A-watergang in het beekdal van de Run. Dit is op dit moment alleen een greppel/droge sloot. Door de halfverdiepte ligging van de nieuwe Gagelgoorsedijk onder N69 is afwatering via het oude tracé niet meer mogelijk. (nummer 3, Figuur 5-7).

Op de brug wordt een scherm van 1 meter hoog geplaatst langs de weg, zodat verontreinigd opspattend en verwaaid regenwater grotendeels wordt afgevangen en niet in de Run terecht komt. Hiermee wordt verontreiniging van de Run zoveel mogelijk vermeden.

Door de relatief lage grondwaterstand (GHG dieper dan 1 m minus maaiveld) leidt de aanleg van de zaksloten niet tot een drainerende functie. De zaksloten hebben daarmee geen negatief effect op het grondwater.



Figuur 5-7 wegtracé met aanpassingen in het watersysteem. De rode stippellijnen gelden als nieuwe watergangen. De blauwe lijnen zijn te dempen watergangen.

5.3 Natte natuurparel dal Keersop

Het voorkeursalternatief gaat tevens uit van het dempen van de watergangen langs de Keersopperdreef met als doel om hiermee bij te dragen aan herstel en ontwikkeling van zowel het (grond)watersysteem als de natuurwaarden. Een deel van de Keersopperbeemden bevat beekbegeleid bos dat is aangewezen als Natura2000. Om negatieve effecten van stikstofdepositie afkomstig van de nieuwe verbinding op Natura2000 te voorkomen maken de volgende mitigerende maatregelen onderdeel uit van de voorgenomen activiteit (zodanig gefaseerd):

- Het minimaliseren/opheffen van de drainerende werking van de KS70 in de directe nabijheid van het beekbegeleidende bos gelegen binnen Natura2000. Dit door het aanbrengen van bijvoorbeeld een bentoniet of leemlaag onder/naast de KS70 over een lengte van circa 300 m (totale lengte KS70 in Keersopperbeemden is circa 2000 m). Hierbij blijft het natte profiel in stand (KS70 wordt dus niet ondieper of smaller). En ook de waterbodem wordt teruggeplaatst (bijvoorbeeld grind als daarvan sprake is)
- Het dempen van de oost-west lopende ondiepe greppels in de directe nabijheid van het beekbegeleidende bos gelegen binnen Natura2000. Het gaat om enkele ondiepe greppels die liggen tussen de KS70 en de Keersop

Uit modelberekeningen blijkt dat deze maatregelen resulteren in een toename van de grondwaterstand en kwel in het beekbegeleidende bos (zie bijlage 1). Significante negatieve effecten op het beekbegeleidende bos als gevolg van een toename in stikstofdepositie worden hiermee voorkomen. De mitigerende maatregelen resulteren niet in ongewenste neveneffecten:

- Het natte profiel en het waterpeil van de KS70 wordt niet beïnvloed. Er is daarom geen effect op bijvoorbeeld de ontwatering van de gronden ten zuiden van de N397
- De maatregelen leiden niet tot een wezenlijk andere watervoerendheid van de KS70 omdat slechts een klein deel wordt voorzien van een weerstandbeidende laag. Er is daarom geen effect te verwachten op de beekprik die in het noordelijk deel van de KS70 is waargenomen.

Bovengenoemde hebben een (zeer) positief effect op de aanwezige en beoogde natte natuurwaarden zonder dat ze resulteren in negatieve bijeffecten.

6 Conclusies en aanbevelingen

Inleiding

In deze watertoets zijn ontwerputgangspunten opgenomen op basis waarvan de conclusie wordt getrokken dat de aanleg van de N69 geen significant effect heeft op het watersysteem. Een nadere uitwerking van deze uitgangspunten in een detailontwerp vindt plaats in nauwe samenspraak met het waterschap tijdens het opstellen van een waterhuishoudingsplan voor de nieuwe verbinding. Ten behoeve van dat plan vindt waar nodig ook een doorrekening plaats van het toekomstige watersysteem.

Infiltratie van neerslag

Bij de afwatering van de weg wordt al het regenwater geïnfiltreerd in de bodem. Om dit te bereiken wordt gebruik gemaakt van brede bermen en zaksloten. Ter plaatse van verdiepte wegdelen en bruggen worden in de directe nabijheid infiltratievoorzieningen aangelegd om regenwater te bergen en te infiltreren.

Aanpassing waterhuishouding

Bestaande watergangen en greppelstructuren die worden doorsneden, worden door middel van duikers en nieuwe watergangen hersteld. Hierdoor blijft de afwatering van het gebied op orde. Uitgangspunt bij het ontwerp van de weg is dat deze grondwaterneutraal wordt aangelegd waarbij rekening is gehouden met het toekomstige herstel van (grond)watersysteem in de Natte Natuurparels. Om dit te bereiken voorziet het standaardprofiel van de weg in zaksloten waarbij de bodem boven de GHG wordt aangelegd. Afhankelijk van de GHG ter plaatse van de deeltracés kan de weg daarmee hoger, dan wel lager aangelegd worden. Tussen de N397 en de Molenstraat wordt de weg iets hoger aangelegd, zodat de bodemhoogte van de zaksloten op het oorspronkelijke maaiveld ligt.

Verdiepte passages

De aanleg van de verdiepte wegtracés nabij de Molenstraat en de Broekhovenseweg leidt alleen zeer lokaal tot beperkte grondwaterstandsveranderingen. Dit heeft echter geen significant effect op natuur, bebouwing en/of gewasopbrengsten mede omdat in het PIP en de kostenraming ruimte en budget zijn gereserveerd voor het nemen van eventuele mitigerende maatregelen zoals de realisatie/aanpassing van een lokale watergang. Tijdens de aanleg van de verdiepte passages kan sprake zijn van tijdelijke effecten bijvoorbeeld door bemaling. Dit dient te worden bepaald als de uitvoeringswijze bekend is. Er zijn voldoende maatregelen voorhanden, zoals retourbemaling om eventuele tijdelijke effecten te mitigeren. Tevens geldt dat voor de half verdiepte ligging ter plaatse van de Broekhovenseweg is uitgegaan van de toepassing van onderwaterbeton ter plaatse van de aanwezige breukzone. Ook hiermee worden negatieve effecten van de aanleg zoveel mogelijk geminimaliseerd.

Keersopperbeemden

De aanpassing van de waterhuishouding in/nabij de Keersopperbeemden draagt (in sterke mate) bij aan het herstel van het natuurlijke (grond)watersysteem. Om de afwaterende functie van de gedempte watergangen langs de Keersopperdreef te kunnen borgen is in het PIP rekening gehouden met een nieuwe watergang ten westen van de nieuwe verbinding. En ook het aanbrengen van een weerstandsbiedende laag langs/onder een beperkt deel van de KS70 heeft een positief effect.

Verontreiniging

Door de brede bermen en geïsoleerde zaksloten is er geen sprake van verontreiniging van het oppervlaktewater en bodem. Om verwaaiing op de brug naar de Keersop en de Run te minimaliseren wordt op de bruggen een scherm geplaatst van 1 meter hoog. Om afstromend regenwater niet direct in een A-watergang te laten stromen wordt een bermassage aangelegd in de berm als extra zuiverende voorziening.

Bijlage

1

Onderzoek breuk Broekhovenseweg (Deltares, 2014)

Verdiepte aanleg N69 bij de Broekhovense weg

Hoe moet rekening worden gehouden met de
passerende ondergrondse geologische
breuken?

(Roelof Stuurman en Rein van Schrojenstein
Lantman, Deltares)

Samenvatting

Het ontworpen verdiepte wegtraject ligt stroomopwaarts van de breuk of op de breuk.	• <i>De ligging van de breuk kon met een nauwkeurigheid van 5-10 meter worden bepaald,</i> • <i>In deze zone ligt een 1-2 meter dikke (dek-)zandlaag op grind.</i>
Deze zone wordt gekarakteriseerd door (ijzerrijke) kwel die zeer waarschijnlijk veroorzaakt wordt door grondwater opstuwing t.g.v. de breuk	• <i>Er moet rekening worden gehouden met opstuwing en grondwaterstandsverhoging in een smalle zone stroomopwaarts van de breuk,</i> • <i>Bij bronnering moet rekening worden gehouden met het hoge ijzergehalte,</i> • <i>voor tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens aanleg zijn zeer hoge pompdebieten noodzakelijk,</i> • <i>Er moet rekening worden gehouden met de drainage en afwatering van dit kwelwater</i>
Over het seismisch karakter van de breuk is weinig bekend.	• <i>Met welke snelheid bewegen de “schollen” aan beide zijde van de breuk?</i> • <i>Wat is de kans op een aardbeving?</i>
2 alternatieve scenario's	• <i>Niet verdiept, geen grondwater risico's</i>

Inhoudsopgave

- Doelstellingen
- Activiteiten
- Ligging studiegebied
- Resultaten grondboringen
- Onderzoek grondwaterkwaliteit
- Resultaten grondwateronderzoek
- Bodembeweging door breuken
- Bespreking scenario's
 - N69 verdiept, Broekhovenseweg op maaiveld
 - Broekhovenseweg verdiept, N69 op maaiveld
 - N69 op maaiveld, broekhovenseweg met viaduct eroverheen
- Bemalings- en funderingsadvies
- Conclusies
- Advies
- Voorstellen voor vervolg
- Bijlage A: berekening

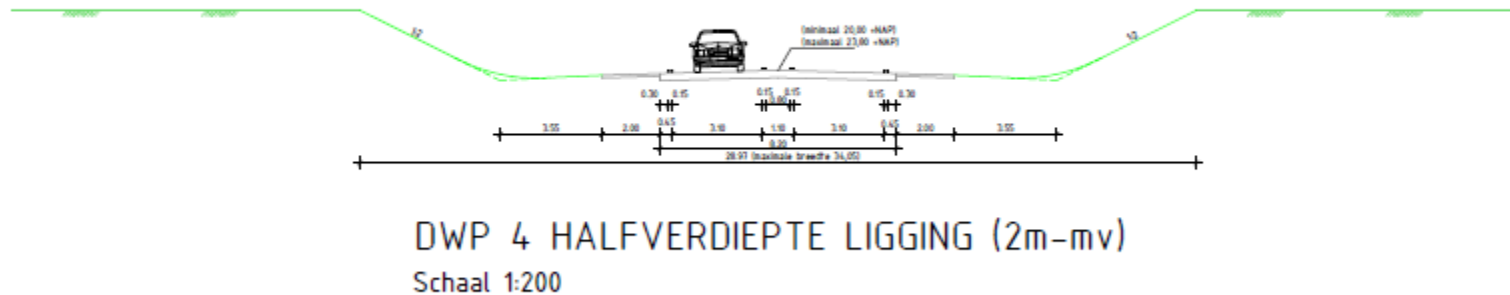
doelstellingen

1. Het zo gedetailleerd mogelijk karteren van de breuk in en rond de geplande verdiepte aanleg van de N69 ten hoogte van de Broekhovense weg;
2. Onderzoeken in hoeverre deze bijzondere hydrogeologische situatie in elkaar steekt (verschil in geologische opbouw aan beide zijden van de breuk en een eventuele invloed van de breuk op grondwaterstroming);
3. Advies geven hoe met deze bijzondere situatie om te gaan bij de wegaanleg.

Activiteiten

1. Geologische boringen om de ligging van de breuk zo gedetailleerd mogelijk vast te stellen;
2. Installeren van grondwaterpeilbuizen om de grondwaterstand ter plaatse te bepalen (handmatige metingen en hoogfrequente divermetingen);
3. Watermonster nemen en chemisch analyseren om de kwelstroom te begrijpen;
4. Situatie ter plaatse beoordelen. O.a. eventuele schade aan de boerderij ter plaatse, omdat deze op de breuk gebouwd is.
5. Literatuuranalyse, o.a. naar informatie over de breukbeweging.
6. Advies geven in verband met de ligging van de breuk, grondwatersituatie en de verdiepte aanleg.
7. overleg

Ligging studiegebied



De N 69 wordt volgens het ontwerp bij de passage van de Broekhovenseweg verdiept aangelegd (zie tekening hierboven en volgende sheets). Juist hier bevindt zich een breuk in de ondergrond.

MOLENSTRAAT

- Westparallel half verdiept (-2m) over een lengte van ca. 250m;
- Molenstraat (ca. +4m t.h.v. kunstwerk)
- brede brug geschikt voor lokaal verkeer/landbouwverkeer, fietspad en wandelpad (drie gescheiden rijbanen)

OP PALEN OVER KEERSOP

- weg op palen (250 meter);
- Eco / recreatieverbinding

ONGELIJKVLOERSE AANSLUITING OP N397

ongelijkvloerse aansluiting
(N69 hoog en N397 op maaiveld i.v.m. combinatie KW03)

BROEKHOVENSEWEG

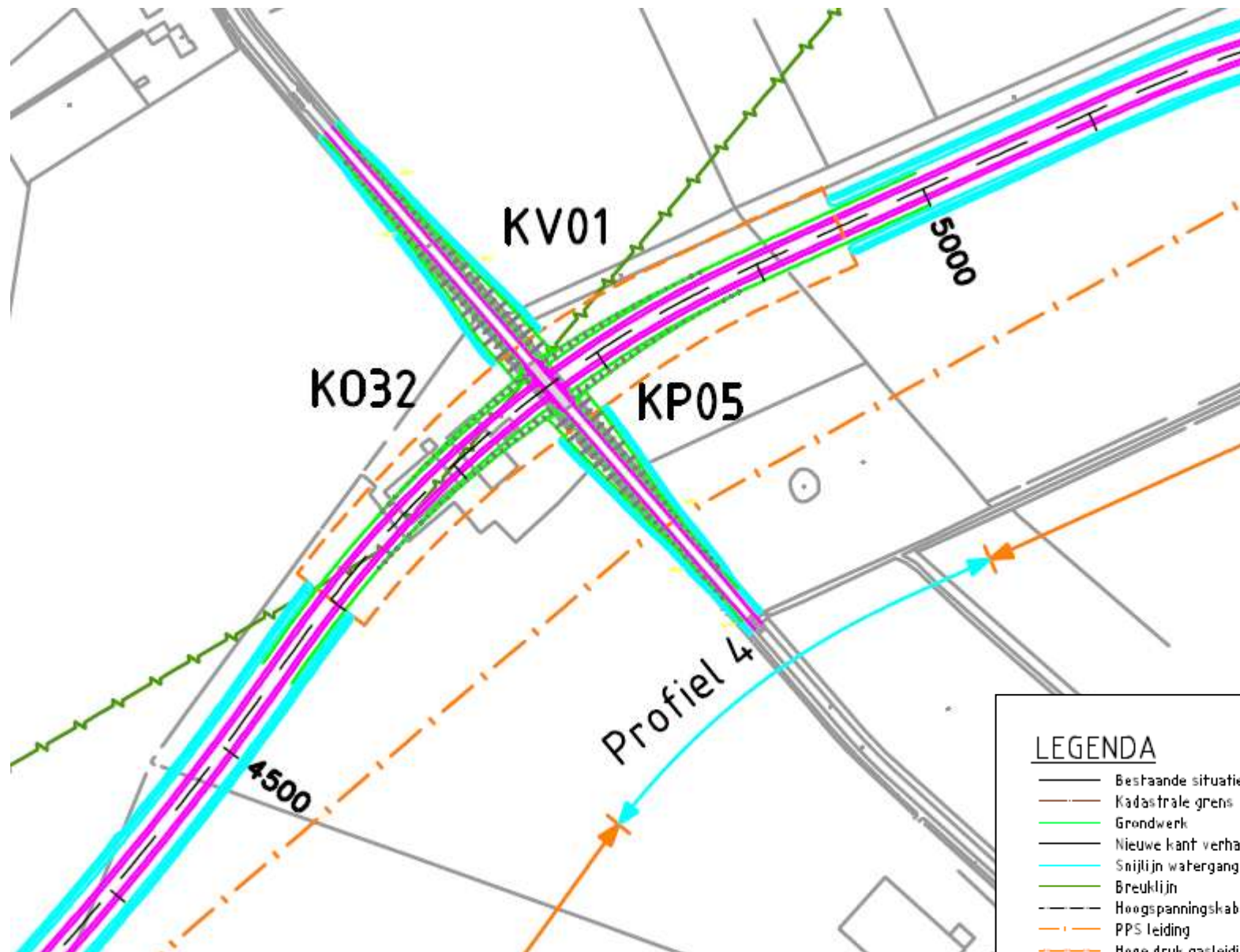
- Westparallel half verdiept (-2m) over een lengte van ca. 250m;
- Broekhovenseweg (ca. +4m t.h.v. kunstwerk)

Beekdalpassage de Run

- weg op palen (250 meter);
- in combinatie met Gagelgoorsedijk;
- het ontwerp van de waterberging kan ingepast worden

+ MAX. 4 LOKALE VERBINDINGEN

AANSluiting
DE LOCHT

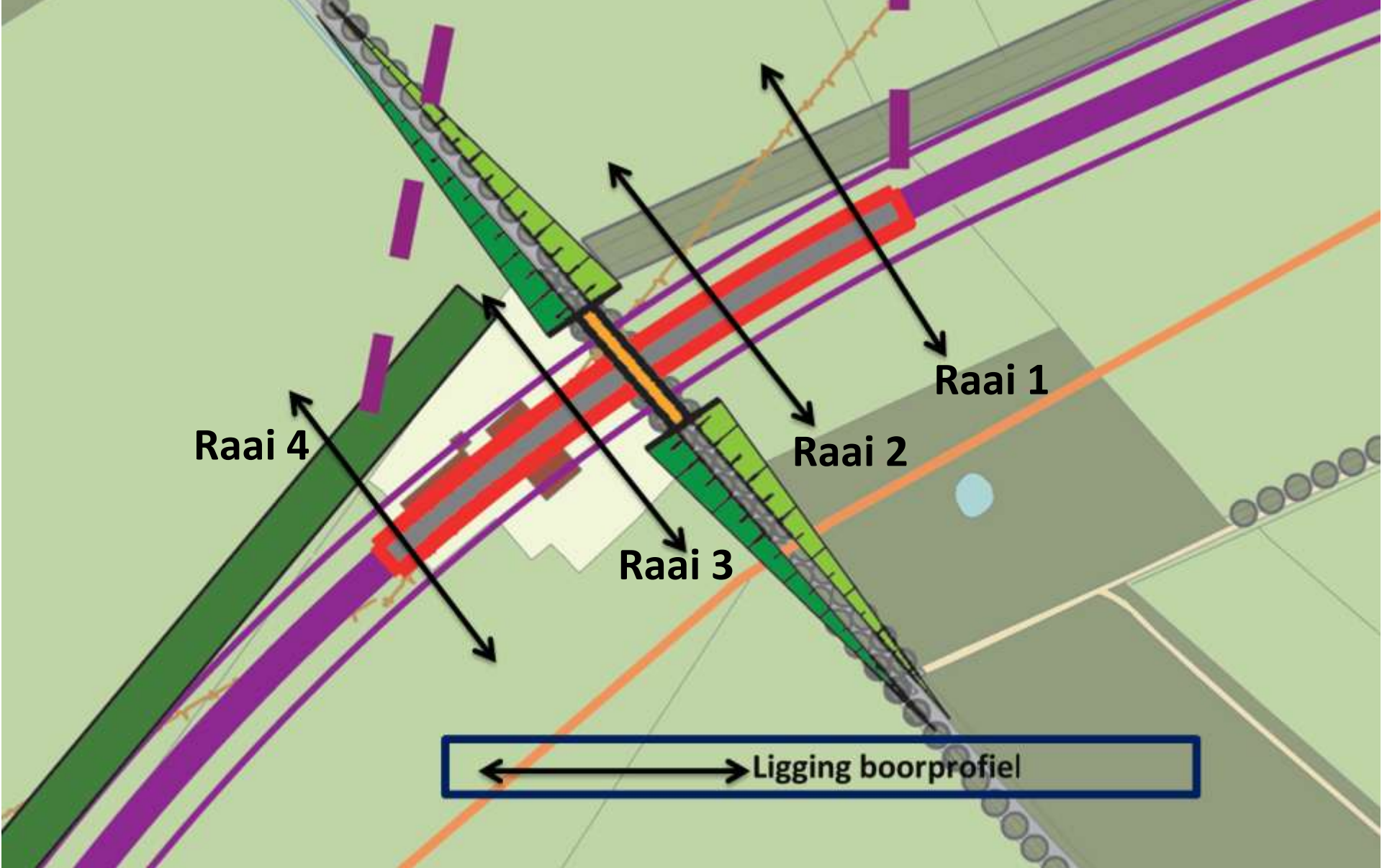


LEGENDA

- Bestaande situatie
- Kadastrale grens
- Grondwerk
- Nieuwe kant verharding
- Snijlijn watengang
- Breuklijn
- - - Hoogspanningskabels
- - - PPS leiding
- Hoge druk gasleiding Enexis
- Waterleiding waterschap
- Hoge druk gasleiding GasUnie
- KV02 Objectnummer

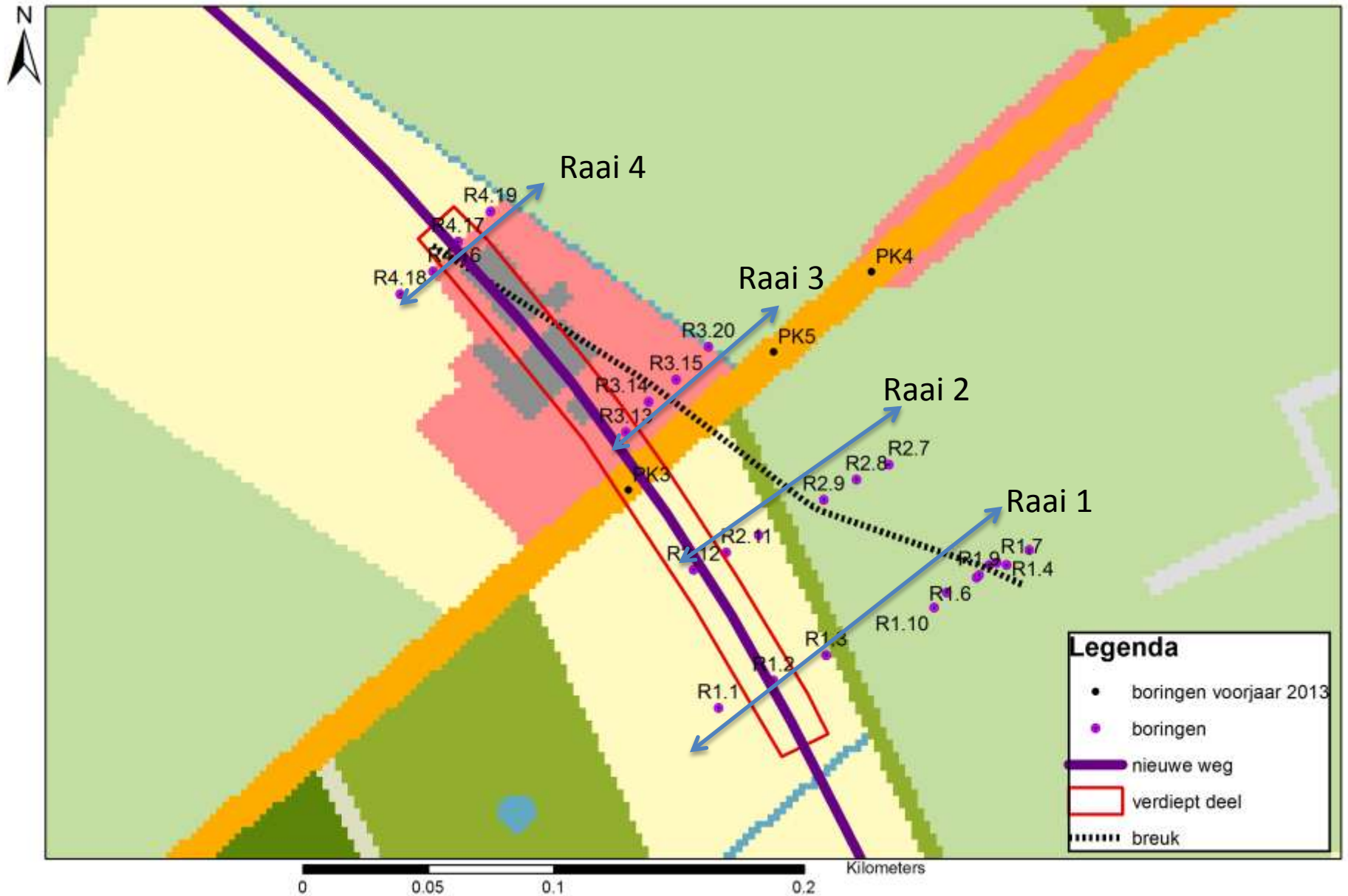
Resultaten grondboringen



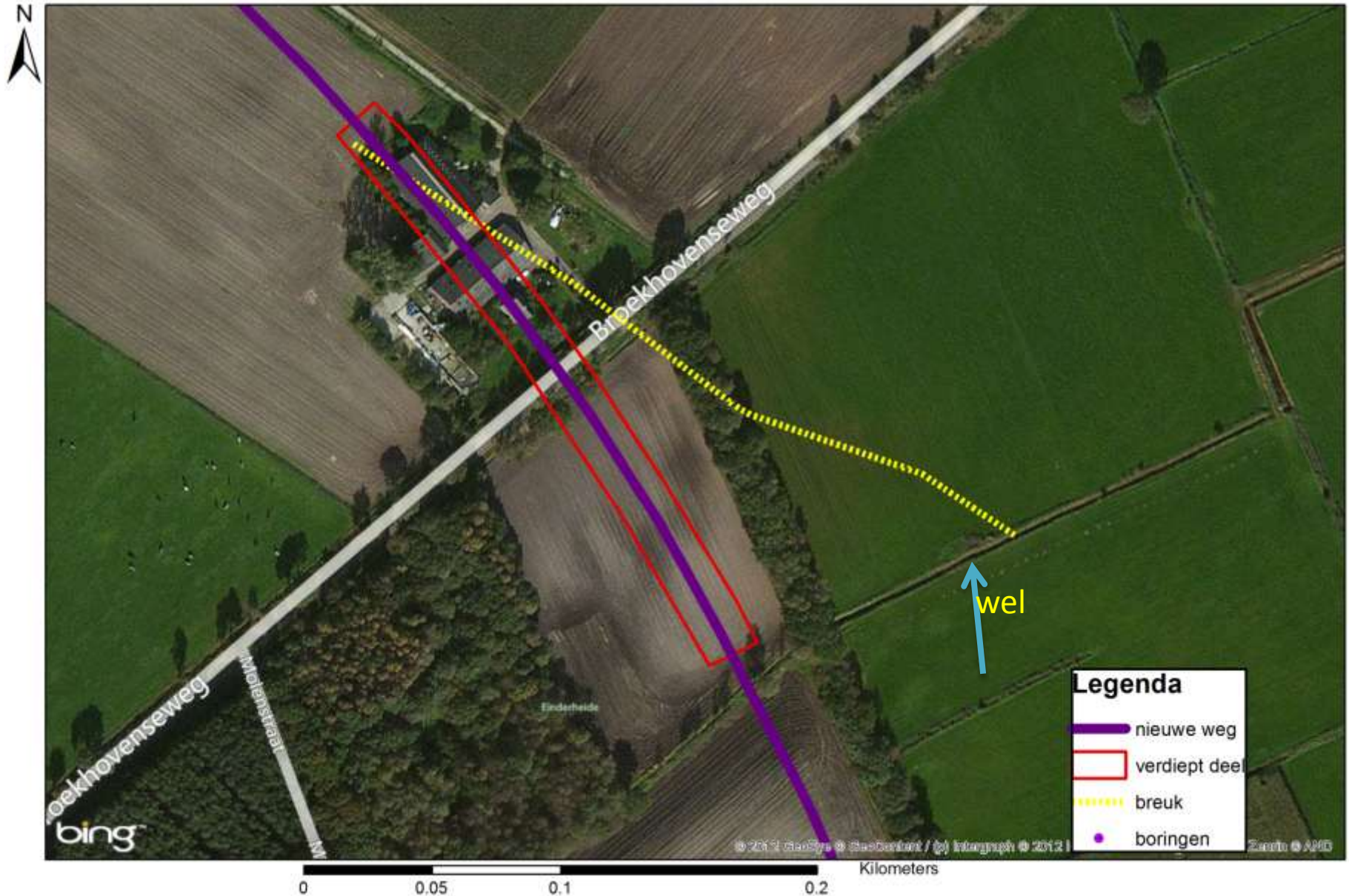


Er zijn 4 raaien loodrecht op de weg aangelegd. De geologische resultaten (geologische profielen worden verder op in deze ppt getoond). Daarnaast konden we nog gebruik maken van onze eerdere boringen langs de Broekhovenseweg (PK 3 t/m 5)

Locatie kaart (met boring nummers)

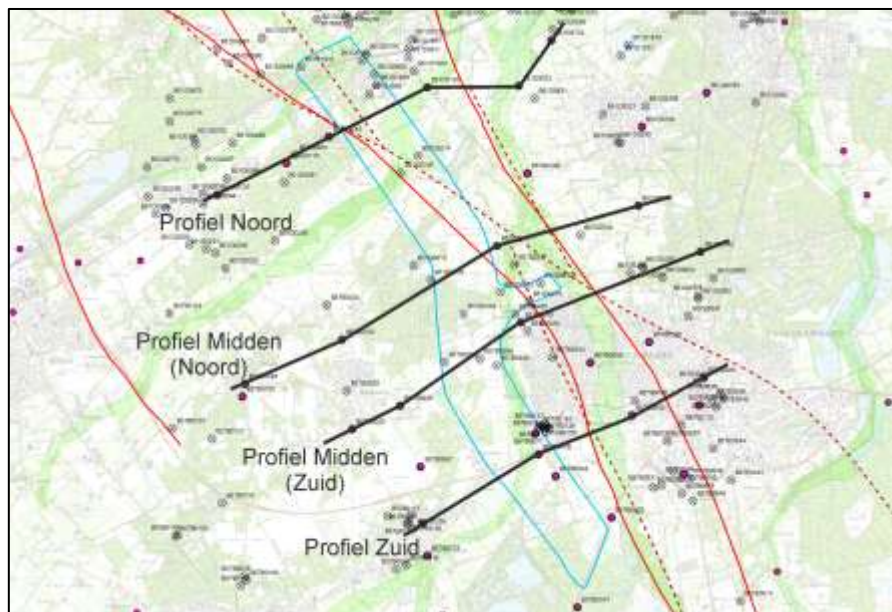


Locatie kaart (BING foto, zie wel-moeras langs sloot net stroomopwaarts van breuk)

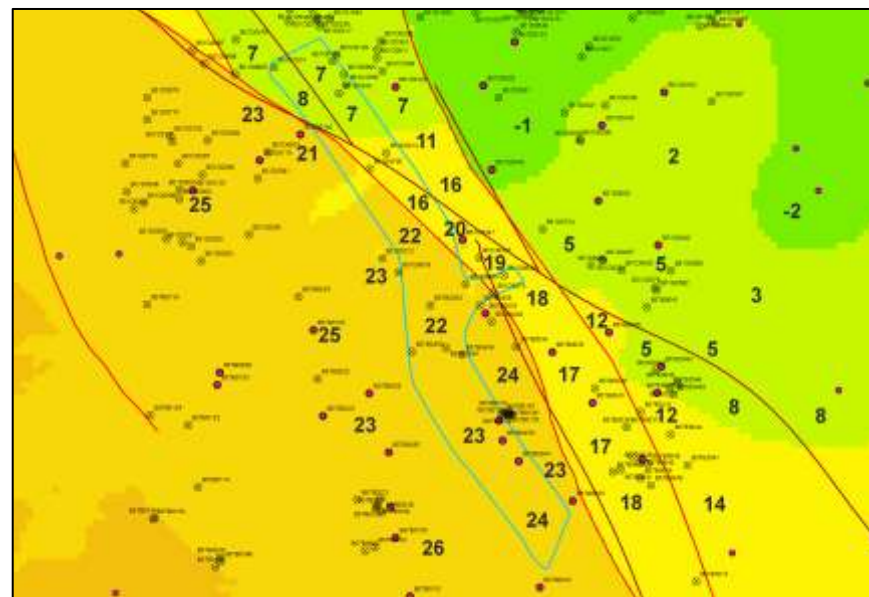




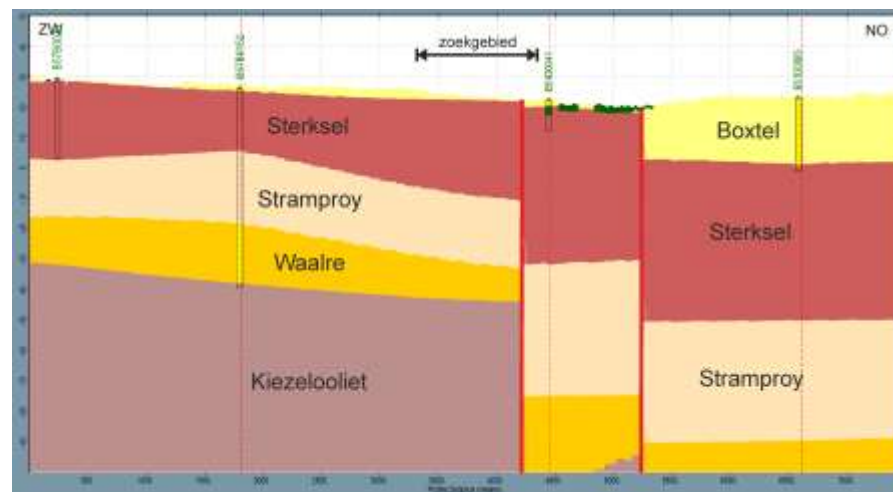
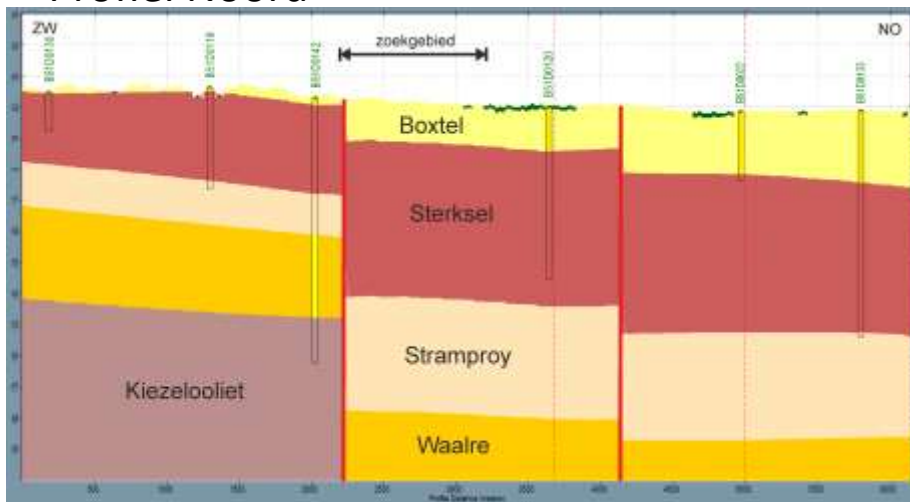
Precies op de plaats van de breuk ten hoogte van raai 1 ligt een “wel” die door de boer als onbruikbaar is afgezet. De wel is ook zichtbaar in de bing-map.



Profiel Noord



Profiel Midden (Noord)

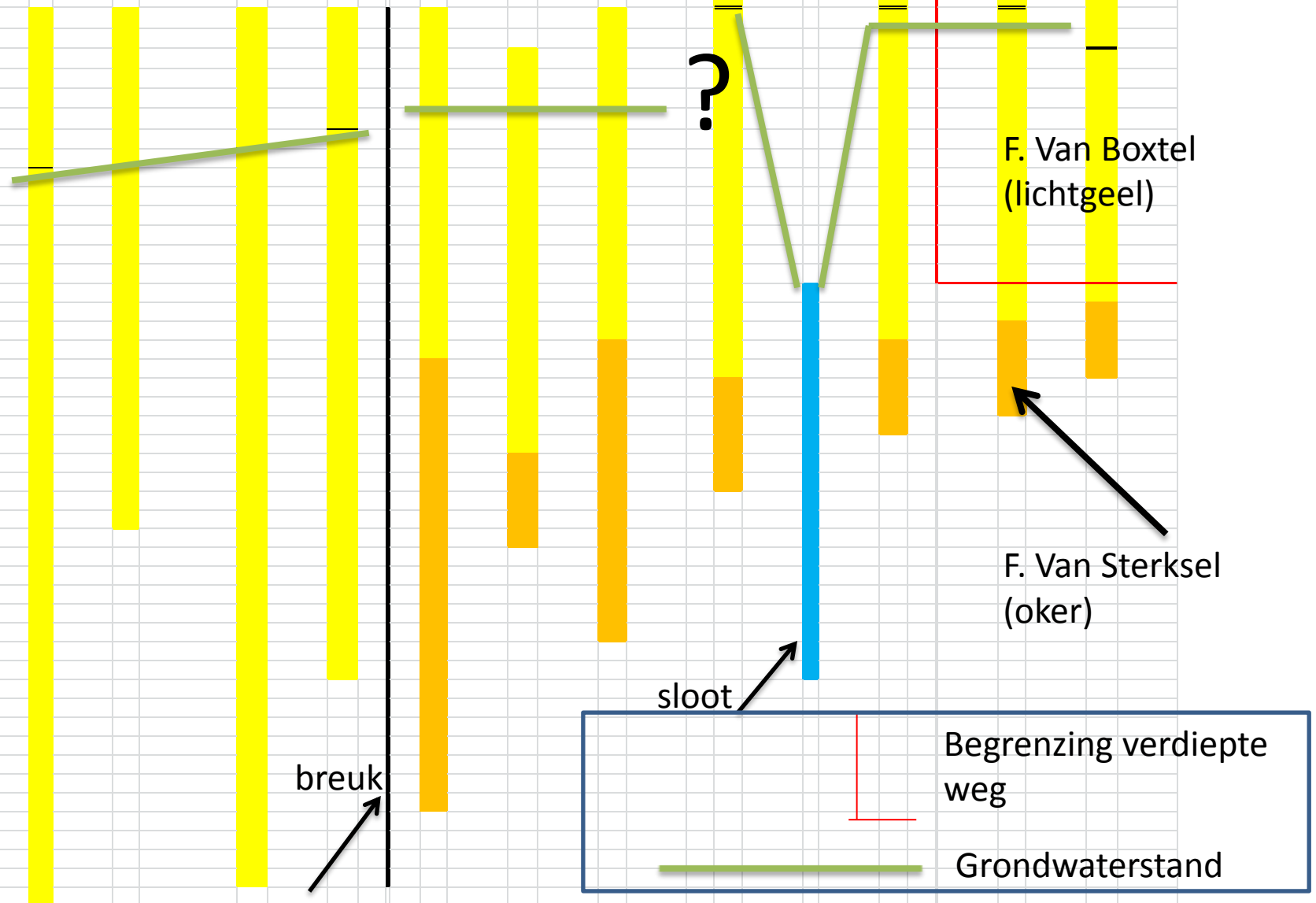


Het onderzoeksgebied ligt tussen profiel Noord en Midden (Noord). Op basis van deze profielen wordt geschat dat de top van F. van Sterksel aan de Roerdalslenk zijde van de breuk op ongeveer 8-10 meter diepte onder maaiveld ligt.

Schematisatie in 4 profielen

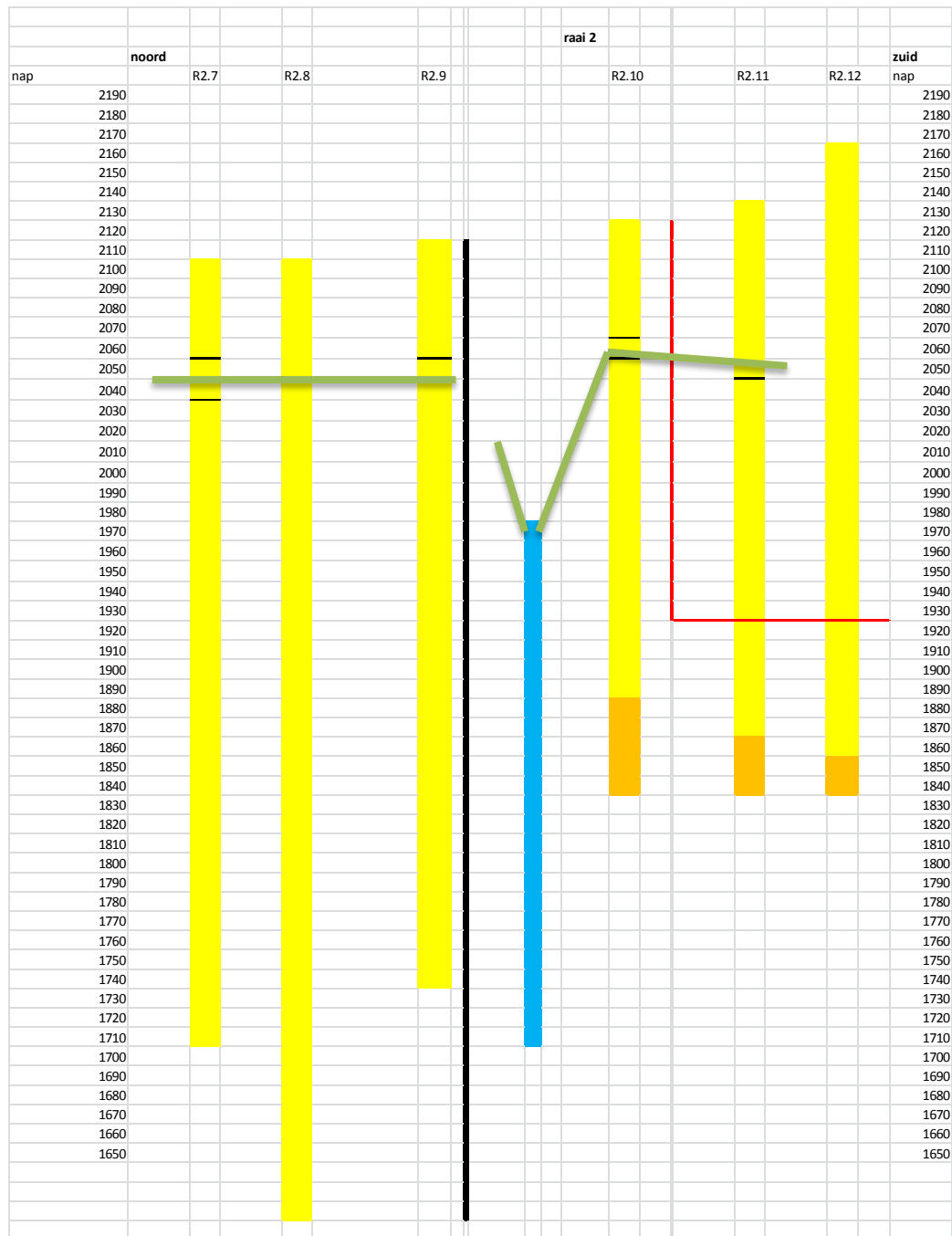
- De boringen geven aan waar de grove zanden/grind van de F. van Sterksel ondiep voorkomen. Dit is het Kempisch Plateau;
- Op de plaats waar deze laag overgang, in de Roerdalslenk, verspringt naar grotere diepte (5-8 m) ligt de breuk;
- Horizontaal kan de breuk op ca. 5 meter nauwkeurig worden bepaald.
 - Interpretatie breuk, zie zwarte verticale lijn
- De liging van de geplande verdiepte aanleg is in rood aangegeven

Hydrogeologisch profiel raai 1 lengte 140m



Formatie van Boxtel

- De lithologie van de F. van Boxtel verschilt sterk aan beide zijden van de breuk;
 - Aan de hoge kant (zuidwest) bestaat deze eenheid grotendeels uit relatief goed doorlatend dekzand,
 - Aan de lage kant (noordoost) uit dekzand op fijn zand met leemlagen. Hier is de F. van Boxtel relatief slecht doorlatend.



Hydrogeologisch profiel raai 2 (lengte 100m)

Legenda: zie raai 1

Hydrogeologisch profiel raai 3 (lengte 40m)



Legenda: zie raai 1



Hydrogeologisch profiel raai 4 (lengte 40m)

Op basis van de regionale geologische analyse uit het voorgaande N69 Deltares-TNO onderzoek wordt verwacht dat de leem/fijn zand Bostel afzettingen, ter plaatse ten noord-oost van de breuk een dikte bezit van 8-10 meter.

Legenda: zie raai 1

Resultaat boringen

- Met behulp van de boring kon zeer nauwkeurig (ca. 5 meter) de ligging van de breuk worden bepaald;
- Deze breuk heeft een stuwende invloed op het grondwater met wijstachtige kwel verschijnselen;
- De verdiepte aanleg moet worden gerealiseerd met behulp van bronnering, zal de grondwaterstand ca. 100 cm moeten worden verlaagd. Hiervoor zal in dit grindrijke gebied veel grondwater moeten worden onttrokken.

Onderzoek grondwaterkwaliteit



Alle grondwaterbuizen zijn bemonsterd. In het veld zijn EC (geleidbaarheid), pH (zuurgraad), zuurstofgehalte en redox gemeten. In het laboratorium van Deltares zijn de macro-parameters (kationen, anionen) bepaald.

Het doel was: onderzoek naar de herkomst van de kwelstroom en onderbouwing van de opstuwende werking voor grondwater door het breuk systeem.

Waarom deze parameters?

- De veldbepalingen (pH, EC, zuurstofgehalte, redox) in combinatie met de laboratorium metingen, kunnen het water typeren: samen kunnen ze een aanwijzing geven over de herkomstdiepte en/of transportweg.
- Voorbeeld: Ondiep water in een gebied met natuurlijke begroeiing heeft in deze omgeving meestal een lage pH, lage EC en laag calciumgehalte.
- Voorbeeld: Water dat opstijgt van tientallen meters diep heeft een neutrale pH (ca. 7), een hogere EC en relatief veel calcium

Waarom deze parameters?

parameter	interpretatie
Calcium (Ca)	Calcium neemt meestal toe bij passage van diepere kalkrijke pakketten. In kwelgebieden kan dit kalkrijke water opstijgen.
Bicarbonaat (HCO_3)	Bicarbonaat is vaak gerelateerd aan calciumgehalte.
Nitraat (NO_3)	Nitraatrijk water wijst op een lokale herkomst, en vermesting
Sulfaat (SO_4)	Diepe kwel heeft vaak zeer lage sulfaatgehalten.
Chloride	Chloride kan wijzen op mest. Schone kwel heeft laag chloride gehalte
EC	EC is maat voor zoutgehalte (ionen som)
pH (zuurgraad)	Ondiep water dat alleen dekzand heeft doorstroomt is zuur
redox	Bij kwel kan de redox vaak gerelateerd worden aan de herkomst diepte. Diep water bezit geen zuurstof, nitraat of sulfaat.
Ammonium (NH_4)	Is vaak gerelateerd aan mest. Diep grondwater kan echter ook significante gehalten bezitten
temperatuur	Kan indicatie geven over herkomstdiepte . Kwelwater is relatief warm
Mg, Na, K	Voor controle ionen som en kan informatie leveren over verzoeting/verzilting

Resultaten veldmetingen

Locatie :																				
Veldhoven																				
Datum : 12-12-2013																				
Labcode:																				
2013029	001.	002.	003.	004.	005.	006.	007.	008.	009.	010.	011.	012.	013.	014.	015.	016.	017.	018.	019.	020.
Peilbuis	R-3	R-3		R-2		R-2										R-3		sloot-		sloot -
nummer	15	15A	R-2 10	10A	R-2 7	7A	R-1 11	R-1 11	R-1 8	R-1 8	R-1 9	R-1 9	R-1 10	R-1 10	R-3 14	10A	sloot-21		sloot-43	
		2.5-3.5					3,5-4,5	1,80-		2,30-	2,20-	2,30-	2,20-	0,60-	2,5-	1,5-				
Filterdiepte	1-2 m	m	2-3 m	1-2 m	3,5 m	1,70 mm		2,80m	1-2 m	3,30m	4,20m	3,30m	3,20m	1,60m	3,5m	2,5m				
PH	5,54	6,09	6,13	6,27	5,78	5,92	5,9	6,13	6,3	6,16	6,33	6,43	6,2	6,48	5,43	6,11	6,5	6,26	6,84	6,53
EC	296	337	588	633	243	539	477	304	427	392	447	424	477	717	203	328	221	382	266	292
Temp	8,4	10,2	8,4	8,5	7,5	5,3	10,3	8,4	9	7,6	10,2	9,1	9,6	8,2	10	10,4	6,8	63	7	7,4
Redox	194	67	-7	-33	109	68	13	49	-32	102	-43	-44	-23	-79	115	21	190	145	84	162
zuurstof	0,85	0,08	0,32	0,17	0,2	6,4	0,19	0,1	0,1	0,3	0,05	0,7	0,04	0,22	0,9	0,29	1,8	5	11,4	8,05

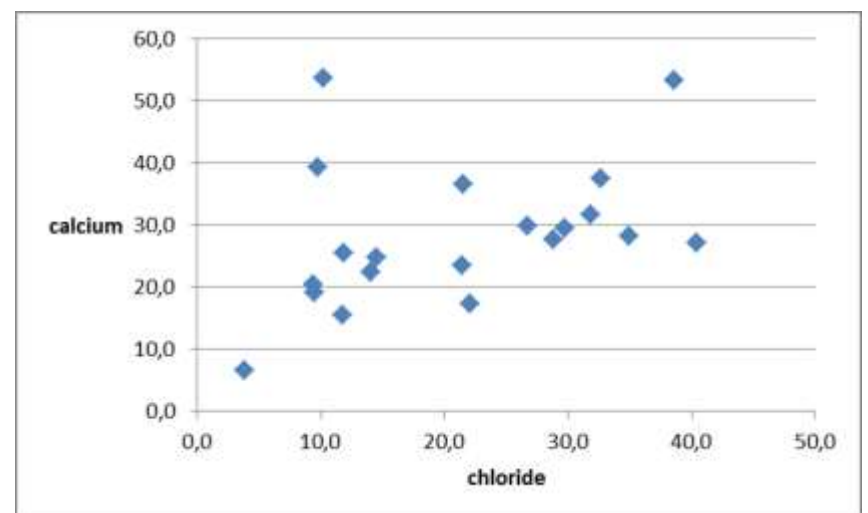
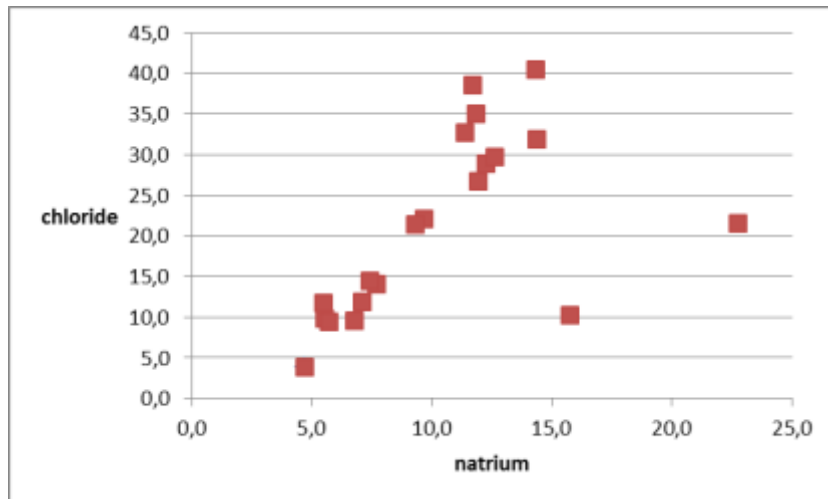
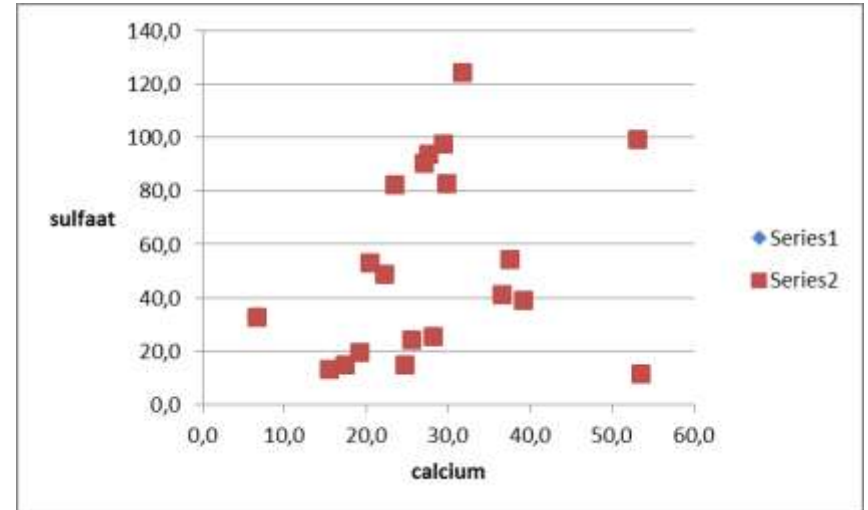
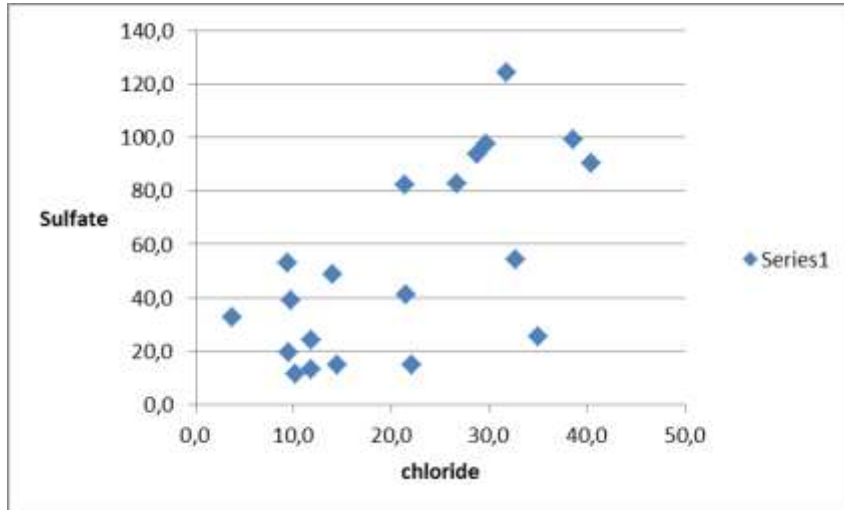
Waterchemie anionen

[illegible]

Waterchemie kationen

Name		Diepte onderkant Filter .	Amount	Amount	Amount	Amount	Amount	Amount
		M -mv	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		Filterlengte 1 meter	Lithium	Sodium	Ammonium	Potassium	Magnesium	Calcium
			CD_1	CD_1	CD_1	CD_1	CD_1	CD_1
2013-029-001	R3-15	2	n.a.	4,7	1,7	71,1	0,6	6,6
2013-029-002	R3-15A	3.5	n.a.	5,5	2,7	12,5	4,5	39,2
2013-029-003	R2-10	3	n.a.	11,4	1,3	40,9	17,3	37,5
2013-029-004	R2-10A	2	n.a.	11,7	1,0	19,5	17,1	53,1
2013-029-005	R2-7	4.5	n.a.	5,5	n.a.	5,1	10,9	15,5
2013-029-006	R2-7A	2.7	n.a.	11,8	n.a.	4,4	21,6	28,1
2013-029-007	R1-11	4.5	n.a.	22,7	0,3	11,3	10,1	36,6
2013-029-008	R1-11	2.8	n.a.	6,8	0,4	17,9	14,5	19,1
2013-029-009	R1-8	3.3	n.a.	12,3	n.a.	3,3	8,9	27,6
2013-029-010	R1-8	2	n.a.	7,1	n.a.	18,9	18,0	25,5
2013-029-011	R1-9	3.2	n.a.	12,6	n.a.	3,2	9,2	29,4
2013-029-012	R1-9	2	n.a.	11,9	n.a.	4,0	11,1	29,7
2013-029-013	R1-10	3.2	n.a.	14,4	n.a.	3,7	10,6	31,7
2013-029-014	R1-10	1.6	n.a.	15,8	n.a.	18,1	40,0	53,5
2013-029-015	R3-14	3.5	n.a.	7,7	7,7	10,0	5,0	22,3
2013-029-016	R3-14A	2.5	n.a.	5,7	0,4	3,3	2,6	20,4
2013-029-017	Sloot 2		n.a.	7,4	0,6	1,2	5,0	24,6
2013-029-018	Sloot 1		n.a.	14,3	0,3	3,9	11,5	27,0
2013-029-019	Sloot 4		n.a.	9,7	6,6	5,9	6,9	17,3
2013-029-020	Sloot 3		n.a.	9,3	0,9	3,9	7,7	23,4

Enkele grafieken grondwaterkwaliteit



Uitleg grafieken

- SULFAAT-CHLORIDE: “Diepe” kwel heeft vaak een lage chloride en sulfaat gehalten . Natuurlijke chloride gehalten zijn lager dan 15 ppm.
- CHLORIDE-NATRIUM: in het geval van schoon diep grondwater verhouden zij conform de zeewater verhouding. De bron is meestal atmosferische (natte en droge) depositie.
- SULFAAT-CALCIUM: “Diepe” kwel heeft hoge calciumgehalten en lage sulfaat gehalten.
- CALCIUM-CHLORIDE: “Diepe” kwel bezit lage chloride en hoge calcium gehalten.

Op basis van deze grafieken kan de kans worden ingeschat dat watermonsters op opstijgend diep grondwater wijst. Echter, op basis van deze informatie kunnen hier nu geen uitspraken worden gedaan.

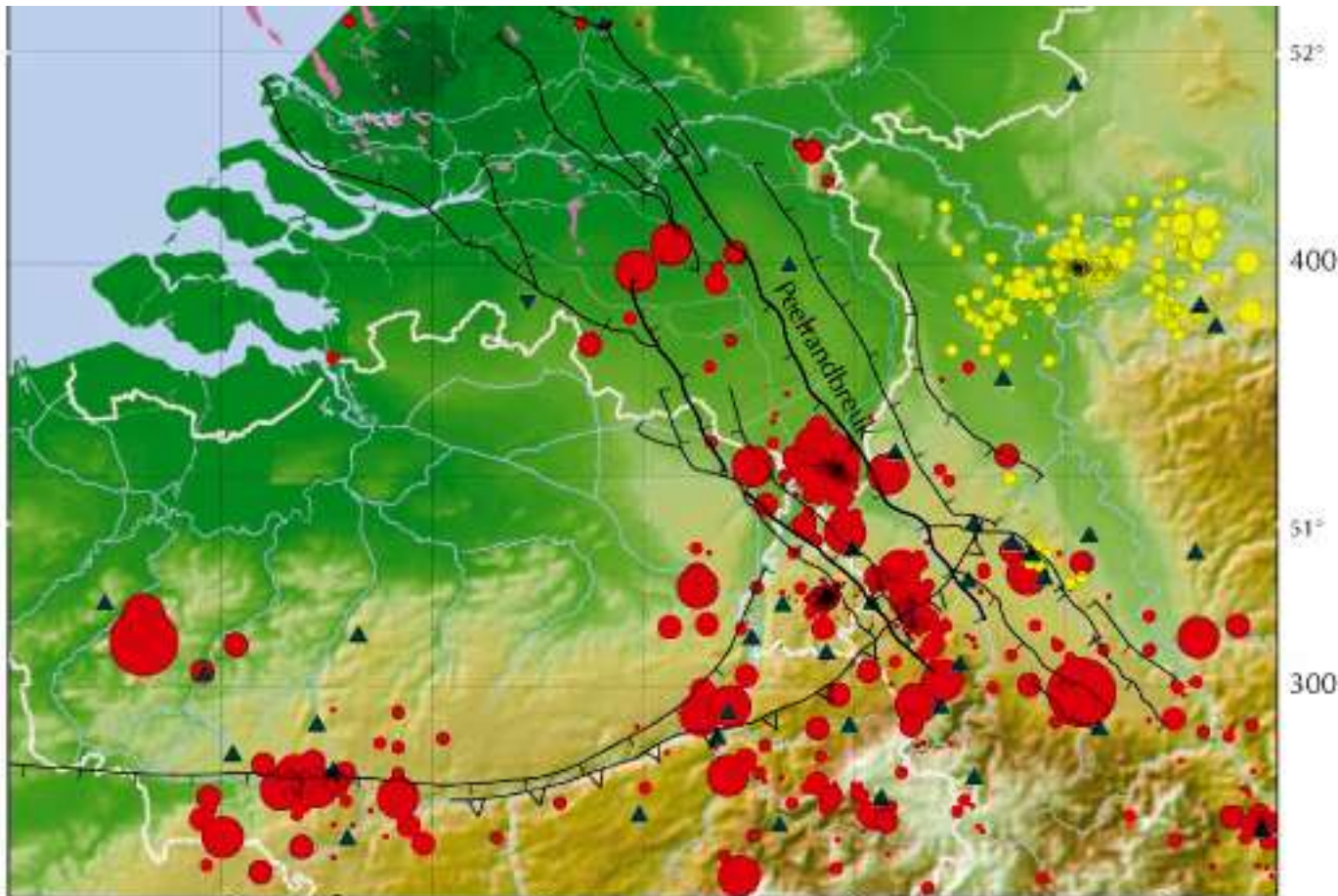
Resultaten grondwateronderzoek

1. De chemische analyse resultaten leverden weinig aanvullende informatie op over de grondwaterstroming;
2. De analyses bezitten allemaal sulfaat, wat er in deze omgeving op wijst dat het water slechts het ondiepe (Sterksel) watervoerende pakket heeft doorstroomt. Dieper grondwater is meestal sterker gereduceerd en sulfaatloos;
3. Enkele monsters stroomopwaarts van de breuk worden gekarakteriseerd door een hoger calciumgehalte (>40 mg/l) en laag chloridegehalte (ca. 10 mg/l). Deze samenstelling wijst op kwel van tientallen meters diepte. Dit water is geïnfiltreerd in een zone met natuurlijke begroeiing (niet vervuild).

Bodembeweging door breuken?

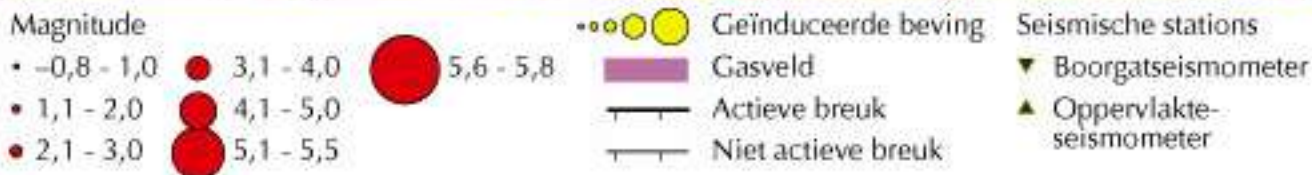
- De weg wordt plaatselijk op de breuk aangelegd:
 - Bestaat er een risico voor schade aan de constructie door breuk beweging?
 - Bestaat er een risico voor schade door aardbevingen?

Bodembeweging door breuken?



Aardbevingen in Zuid-Nederland en omgeving (rode en gele rondjes). Hoe groter, des te zwaarder is de beving. Duidelijk is dat de bevingen geconcentreerd zijn langs breuken in de ondergrond: echte aardbevingen door tektoniek. (www.falw.vu)

Uit bovenstaande kaart blijkt dat “onze” breuk in België, Limburg en Duitsland een relatie bezit met aardbevingen. De breuk kan actief zijn.



Geen zichtbare schade aan boerderij



De af te breken boerderij ligt precies op de breuk. De boerderij is ca. 50 jaar oud. Woonhuis en schuren vertonen geen schade die op breukbeweging kan wijzen.

- Het is echter niet bekend of de gebouwen door breukwerking verzakt zijn.
- Deltariaan Andre Cinjee staat op de breuk

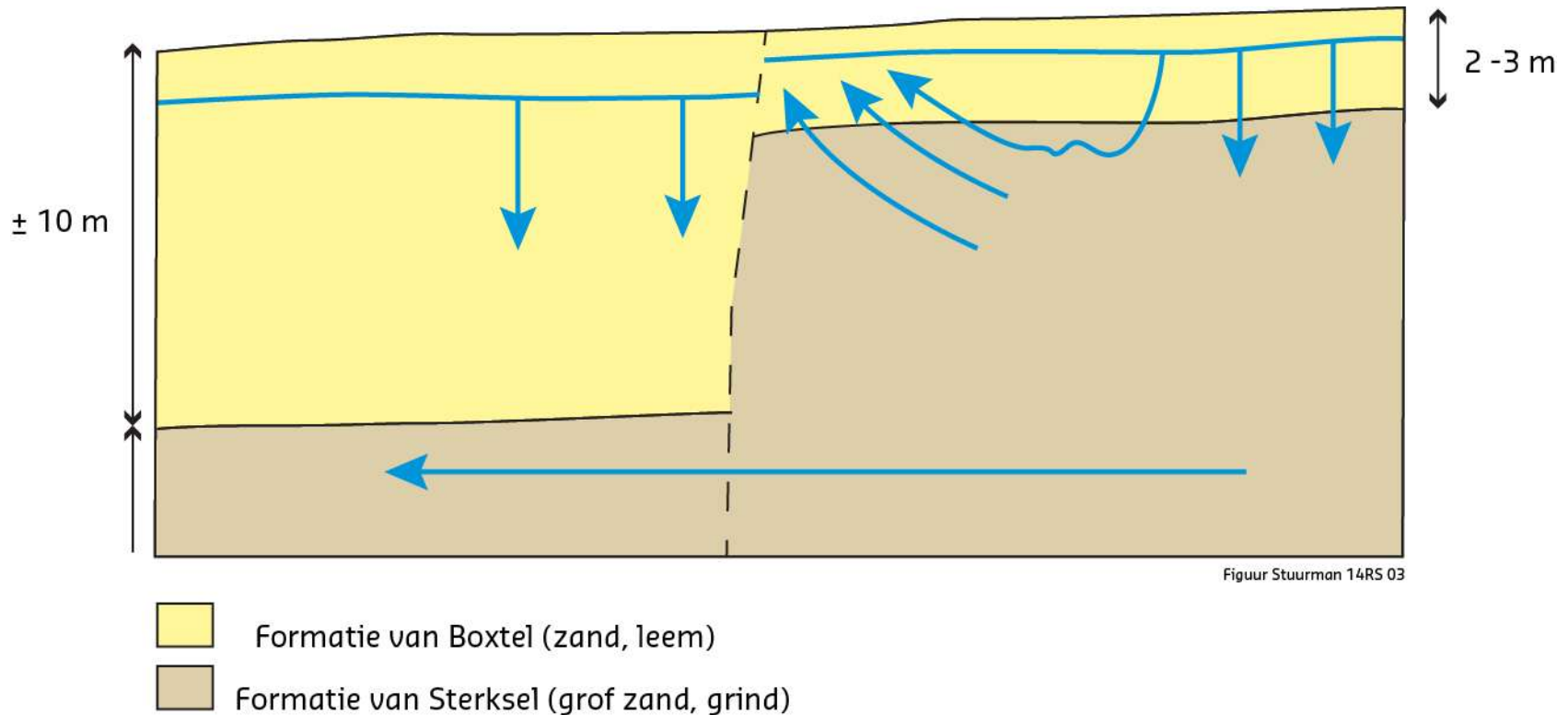
Conclusie bodembeweging

- Er bestaat een kleine kans op verschuiving langs de breuk;

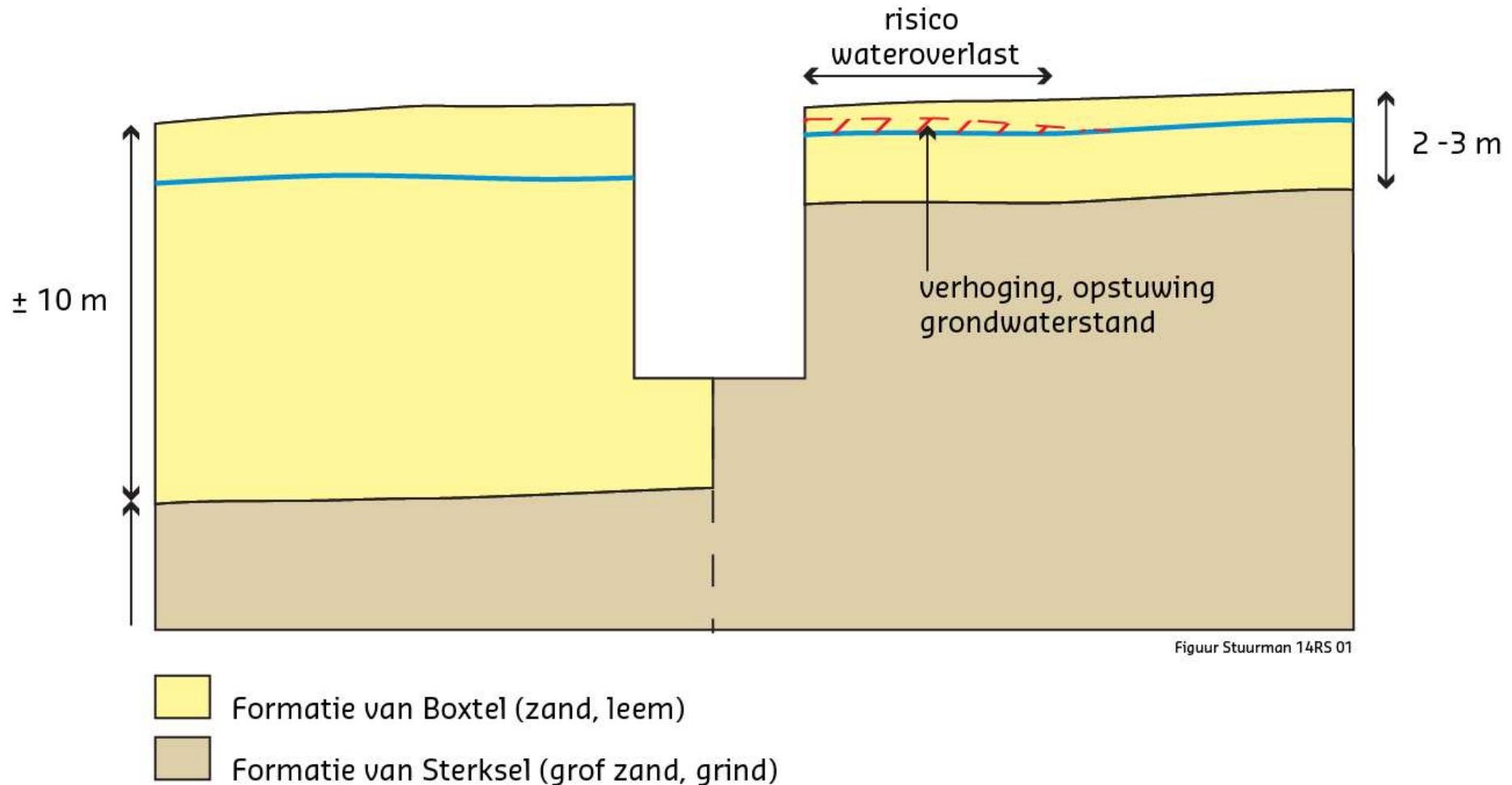
Bespreking scenario's

- Scenario 1: ontwerpscenario met verdiepte aanleg N69, Broekhovenseweg op maaiveld;
- Scenario 2: Alternatief, Broekhovenseweg verhoogd, N69 op maaiveld;
- Scenario 3: Alternatief, N69 verhoogd op palen, Broekhovense weg op maaiveld

Conceptueel model van natuurlijke grondwatersituatie. (profiel loodrecht op de breuk)



Ter plaatse van de verdieping kan de volgende grondwatersituatie ontstaan.

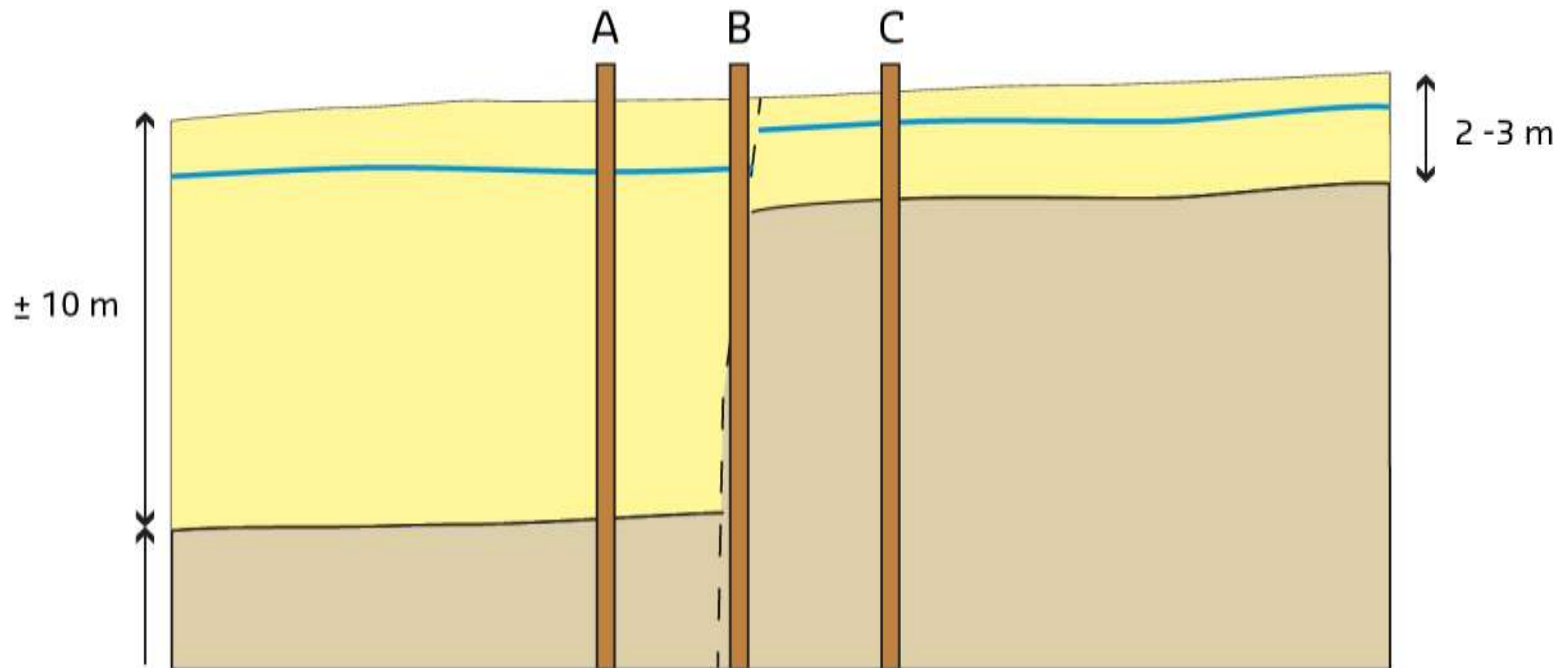


Adviezen i.v.m. funderingstechniek verdiepte bak

1. Met behulp van (satelliet) INSAR-metingen van laatste 20 jaar aan objecten in de buurt over de breuk heen vast proberen te stellen in hoeverre breuk actief is.
2. verdiepte ligging is starre constructie. Bij lichte beving kan er plotseling verplaatsing orde 1 cm ontstaan. Kans 1/50 jr. Is dat acceptabel?
 - zo ja -> constructief zo flexibel mogelijk maken, bij constructie warning system meenemen voor bevingen boven 3. Dan constructie afsluiten inspecteren en zo nodig herstellen
 - zo nee -> weg 100 m verleggen buiten breukzone
3. Bemaling: Groot waterbezwaar, ijzerhoudend, probleem met lozing > retouren? hoge kosten. Zie bijlage A: per dag zal tussen 3800 en 5500 m³ moeten worden onttrokken (op jaarbasis 1, 4-2 miljoen m³).
4. Hoe is de waterafvoer verzorgd van het slootwater langs de Broekhovenseweg ten zuiden van de bak (breuk)?..en in het aangrenzende maisperceel?

Passage op palen

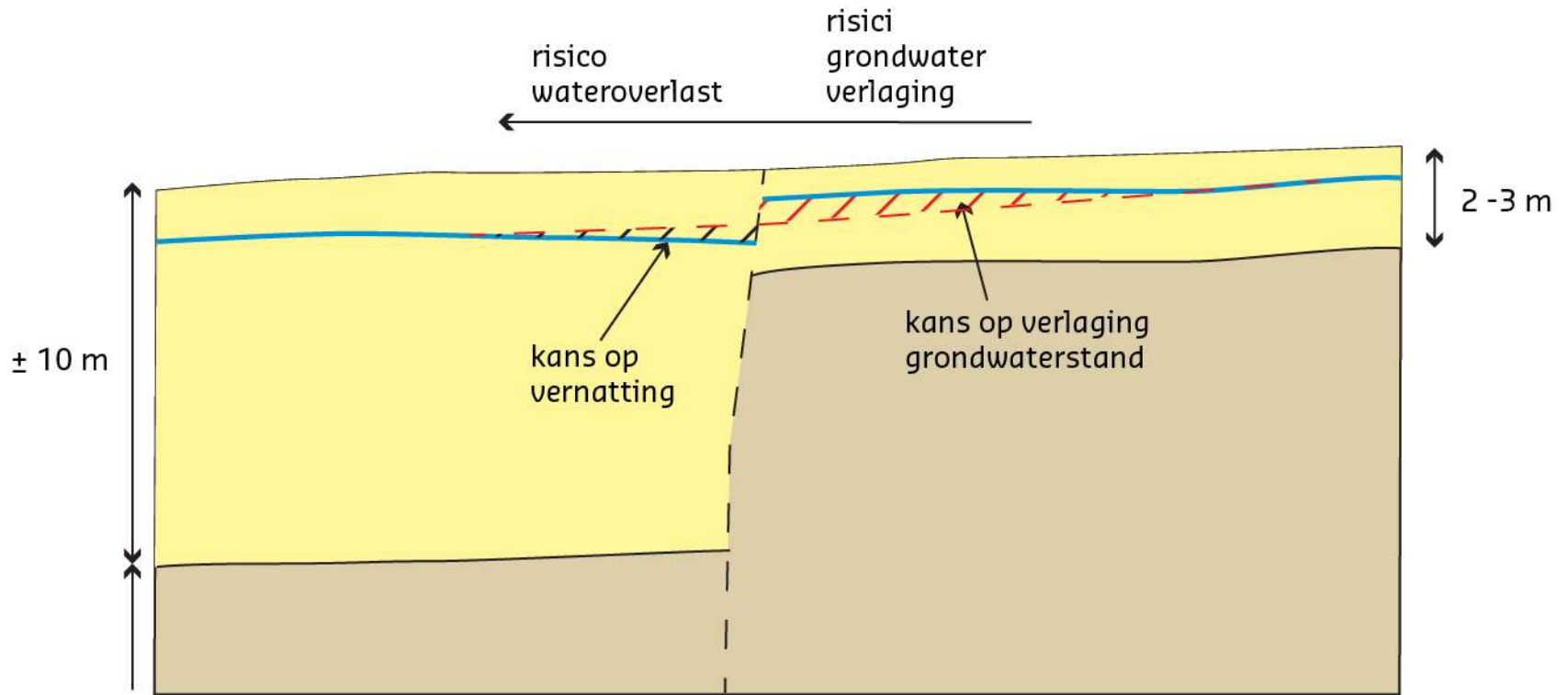
Risico gering. Voorkom paal aanleg door de breuk (B)



Figuur Stuurman 14RS 02

-  Formatie van Boxtel (zand, leem)
-  Formatie van Sterksel (grof zand, grind)

Bij aanleg greppels loodrecht op de breuk kan verdroging en wateroverlast ontstaan. Deze effecten kunnen worden voorkomen door aanleg stuwtjes.



Figuur Stuurman 14RS 03

-  Formatie van Boxtel (zand, leem)
-  Formatie van Sterksel (grof zand, grind)

Afweging scenario's

	Grondwater effect	aanleg
Ontwerp scenario N69 verdiept, 2 m - mv	Opstuwing, vernatting aan Kempisch Plateau kant	Hoge kosten voor bronnering of alternatieve verdiepte aanleg. Klein risico op breuk beweging.
Alternatief 1 N69 op maaiveld, Broekh. Weg verhoogd	Geen grondwater effect	Wel rekening houden met kwelsituatie langs de N69 ter plaatse van de breuk.
Alternatief 2 N69 verhoogd, Broekh weg op maaiveld	Geen grondwater effect	

Conclusies

1. De ligging van de breuk ter plaatse kan met grote zekerheid worden aangegeven (fout ca. 5-10 meter);
2. Het verdiepte wegtraject passeert de breuk ter plaatse van de te verwijderen boerderij aan de westzijde van de Broekhovenseweg;
3. De breuk lijkt invloed te hebben op de grondwatersituatie. Stroomopwaarts van de breuk is sprake van kwel.
4. Zogenaamde kwelbuizen, in de sloot bij raai 1, tonen stroomopwaarts van de breuk sterke kwel ter plaatse van het aan te leggen weggedeelte;
5. De stuwende werking van de breuk lijkt, vooral aan de oostzijde van de weg, tot ca. 100 meter merkbaar.
6. Ten hoogte van de boerderij lijkt een grondwatersprongetje aanwezig (ca. 20 cm). Dit is veel minder dan bijvoorbeeld bij Uden!
7. Het verdiepte wegtraject ligt overal vlak boven de zeer goed doorlatende grove zanden en grinden van de F. van Sterksel. De actuele grondwaterstand is meer dan 1 meter hoger dan de geplande diepte van het verdiepte wegtracé.
8. Hiermee moet bij de aanleg rekening worden gehouden. Bronnering lijkt niet een handige optie. Verlaging door bronnering kan alleen door onttrekking van heel veel grondwater;
 - Bij eventuele retourbemaling moet rekening worden gehouden met het hoge ijzergehalte van het grondwater en de hoge grondwaterstand en de lemige bovengrond.
9. De breuk kent nu een zeer geringe snelheid. De 50 jaar oude boerderij die op de breuk is gebouwd toont geen schade. Een kleine kans op effect van aardbevingen bestaat.

Eindconclusie

- Een verdiepte aanleg, zoals hier voorzien, kan verschillende problemen met zich meebrengen:
 - Opstuwing van grondwater stroomopwaarts,
 - Bij gebruik van bronnering moet heel veel, ijzerrijk, grondwater worden onttrokken,
 - Breukbeweging: de beweging van de breuk lijkt zeer gering, maar is niet uit te sluiten.
- De 2 alternatieve scenario's leveren nauwelijks geologische en grondwater risico's op

Bijlage A: bemaling

Een indicatieve berekening van de omvang van uitvoering met bemaling bij aanleg van verdiepte delen van de nieuw te realiseren weg N69 in de omgeving van Veldhoven (Hans van Meerten, Deltares)

Uitgangspunten

Constructiemethode:

- Open bouwput (geen damwanden)
- Verdiepte delen van weg aanleggen met bemaling

Constructiegegevens:

- Diepte bak NAP + 19,5 m (onderkant constructie)
- Breedte bak 15 m
- Lengte verdiepte ligging 250 m

Bodemopbouw:

- Maaiveldhoogte NAP + 21,4 m
- Fijn zand tot NAP + 19,5 m (Formatie van Twente, Boxtel)
- Grind tot NAP + 9,5 m (Formatie van Sterksel)
- Daaronder aangesloten kleilaag (Formatie van Stamproy)

Grondwaterstand:

- GHG = NAP + 20,6 m
- Benodigde verlaging NAP + 19 m (0,5 m onder constructievloer) = GWS – 1,6 m

Geohydrologische aannamen:

- aaneengesloten oneindig uitgestrekte lagen
- Geen effect van breuken in schematisatie voor berekening
- Fijn zand doorlatendheid $k = 5 \text{ m/d}$
- Grind doorlatendheid $k = 60 \text{ tot } 100 \text{ m/d}$
- Geschematiseerd tot freatisch pakket met bergingsfactor 0,2 en doorlaatvermogen $1000 \text{ m}^2/\text{d}$

De berekening is uitgevoerd met het analytische elementen berekeningsprogramma MWell voor tijdsafhankelijke grondwaterstroming in meerdere lagen.

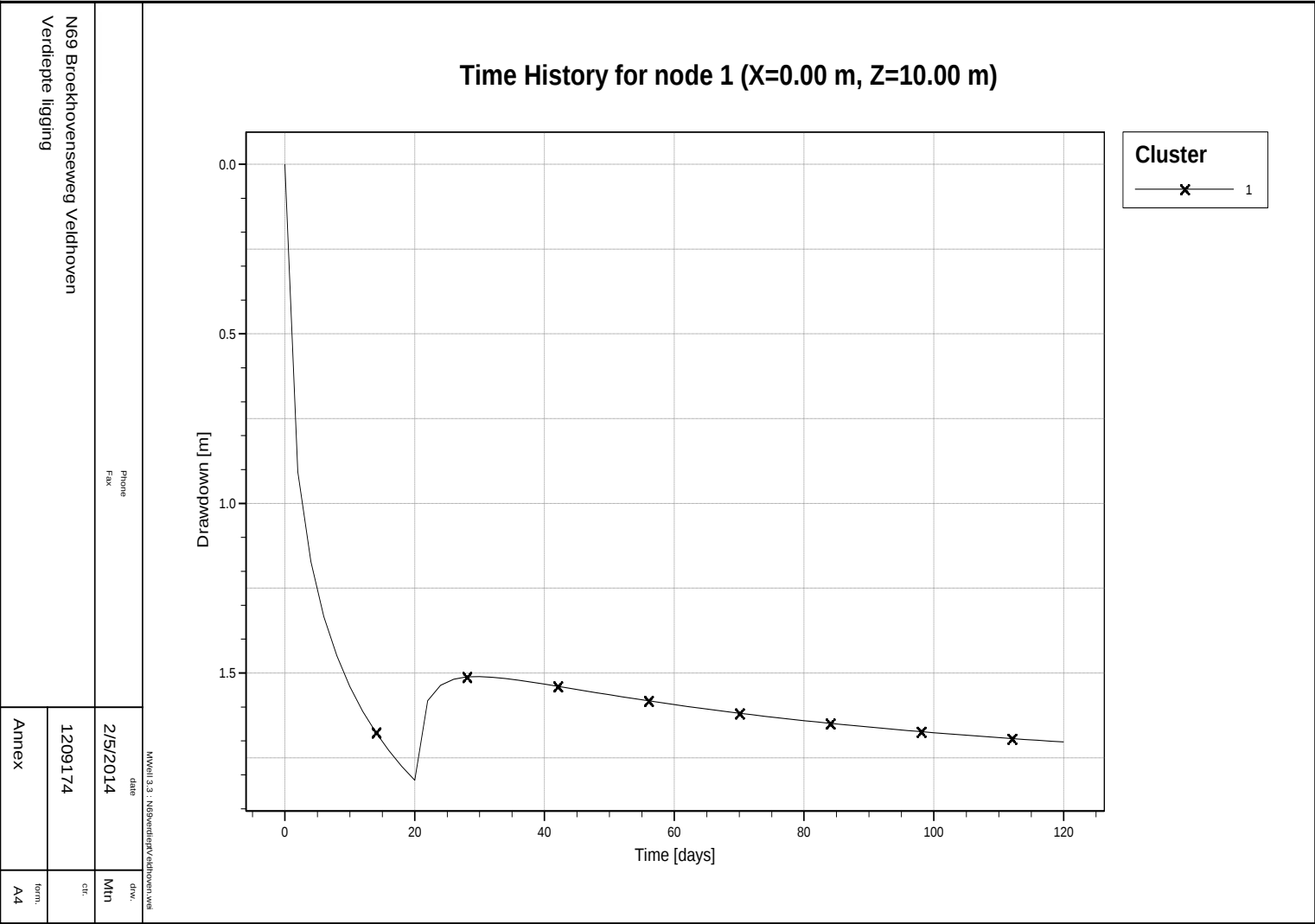
Om de berekening met MWell mogelijk te maken is een voeding aan bovenzijde aangenomen door een fictief aangenomen slecht doorlatende laag aan de top (met een fictieve weerstand van 1000 dagen) zodat met een gemiddelde verlaging van 1 m er in het beïnvloede gebied een infiltratie door neerslag ontstaat van 1 mm/d

Het benodigd debiet om over 250 m weglengte de grondwaterstand te verlagen is met gekozen uitgangspunten en zonder bemaling te optimaliseren (aan uiteinden is minder verlaging nodig) berekend op:

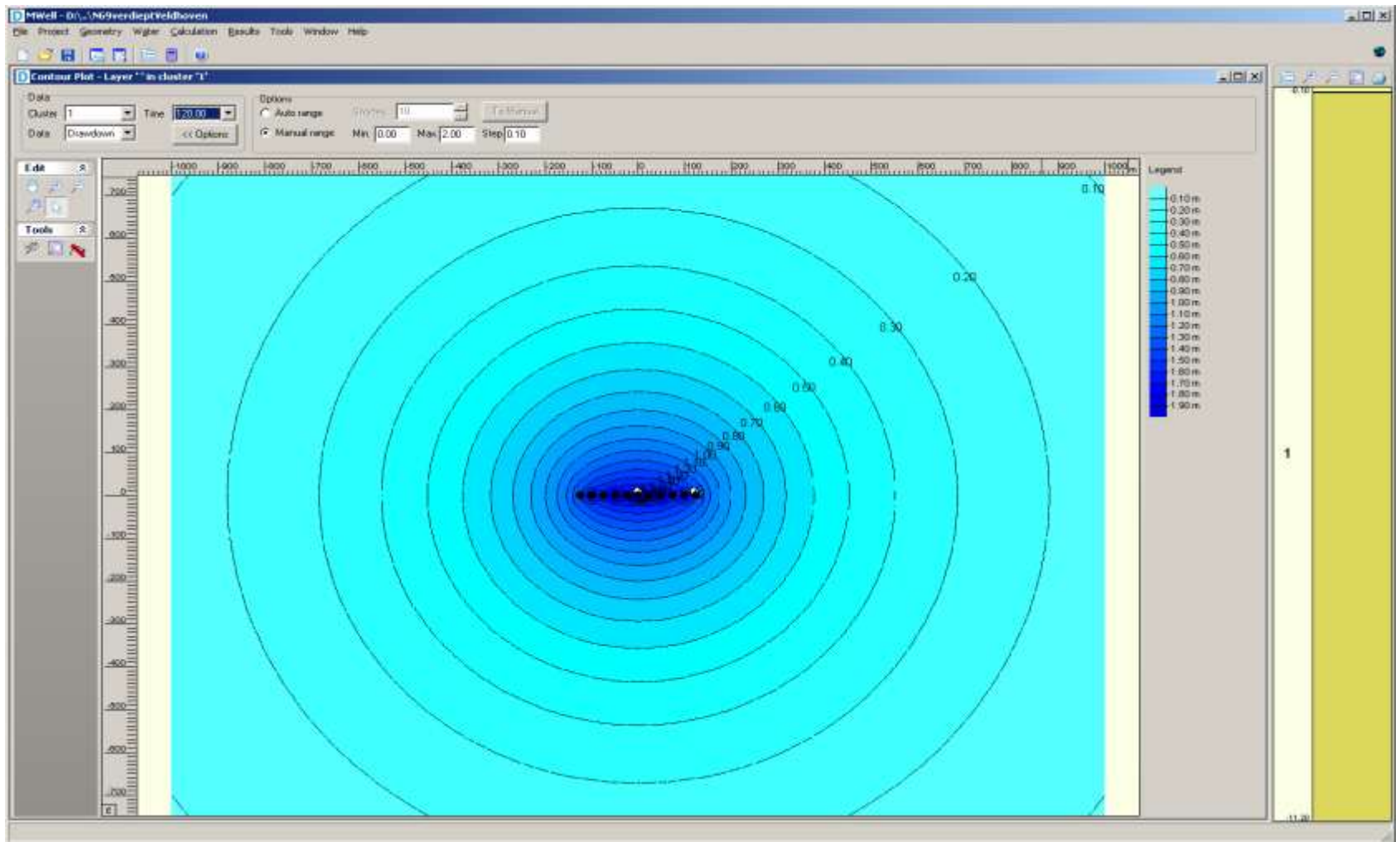
Onttrekking is circa 5500 m³/d in eerste weken, later af te bouwen naar circa 3800 m³/d.

De verlaging van grondwater in de bouwput is dan voldoende

De verlaging van grondwaterstand is bij het aangegeven onttrekkingsdebiet nog te vinden op 1200 m afstand met een verlaging van 0,1 m aldaar.



Figuur 1. Grafiek van de verlaging van grondwater in de tijd midden in de bouwput



Figuur 2. Kaart van de verlaging van de grondwaterstand [in meter ten opzichte van initiële stand] rond de bouwput na 120 dagen bemalen

Opmerkingen

- Omdat de onttrekking tot verdroging zal leiden en dit in Brabant waarschijnlijk niet wordt toegestaan zal een retourbemaling moeten worden toegepast. Een dergelijke uitvoeringswijze is tevens aan de orde als bemalingswater niet mag of kan worden geloosd. Ook dat is vanwege regelgeving waarschijnlijk, mede ingegeven door de verwachting dat het grondwater mogelijk sterk ijzerhoudend is.
- Het waterbezwaar van de bemaling zal door toepassing van een retourbemaling toenemen met een factor die afhankelijk is van de afstand van de retourbemaling tot de onttrekkingslocatie. Bij een afstand van 200 m is die factor bij de gegeven geohydrologische situatie ongeveer 2 en bij een afstand van 400 m is de retourfactor 1,5.

Bijlage

2

Modelberekening voorkeursalternatief (RHDHV, 2014)

Grondwatereffecten Voorkeursalternatief N69

Definitieve versie 11 februari 2014

Provincie Noord-Brabant

17 februari 2014

Conceptrapport

BC8915



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
RIVERS, DELTAS & COASTS

Larixplein 1
Postbus 80.007
5600 JZ Eindhoven
+ 31 88 348 42 50 Telefoon
+31 88 348 42 51 Fax
info@rhdhv.com E-mail
www.royalhaskoningdhv.com Internet
Amersfoort 56515154 KvK

Documenttitel Grondwatereffecten Voorkeursalternatief N69
Definitieve versie 11 februari 2014
Verkorte documenttitel Grondwatereffecten VKA N69
Status Conceptrapport
Datum 17 februari 2014
Projectnaam Grondwatereffecten Voorkeursalternatief N69
Projectnummer BC8915
Opdrachtgever Provincie Noord-Brabant
Referentie BC8915/R00001/905050/AH/Eind

Auteur(s) dr. J. van Sijl
Collegiale toets ir. J.A.P.H. Vermulst
Datum/paraaf 17-02-14
Vrijgegeven door ir. J.A.P.H. Vermulst
Datum/paraaf 17-02-14

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
2 BESCHRIJVING VOORKEURSALTERNATIEF	2
3 GRONDWATEREFFECTEN VOORKEURSALTERNATIEF NIEUWE VERBINDING N69	5
3.1 Algemeen	5
3.2 Beknopte gevoeligheidsanalyse	5
3.3 Grondwatereffecten Voorkeursalternatief (definitieve versie 11 februari 2014)	6
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	8

BIJLAGEN

1. Beknopte gevoeligheidsanalyse
2. GxG en voorjaarskwel referentiesituatie
3. Berekende effecten op GxG en voorjaarskwel voorkeursalternatief

1 INLEIDING

Sinds begin 2013 is de Provincie Noord-Brabant bezig met het opstellen van een Project MER voor de Nieuwe Verbinding (Westparallel) voor de Grenscorridor N69. Eerder is ten behoeve van de onderbouwing van het Project MER een grondwaterstudie uitgevoerd. In het kader van deze grondwaterstudie is een lokaal grondwatermodel opgezet en geijkt voor het zoekgebied van de Nieuwe Verbinding N69. Met dit grondwatermodel is de huidige hydrologische situatie (het Actuele Grond- en Oppervlaktewaterregime, AGOR) in beeld gebracht en zijn de grondwatereffecten van een vijftal optimalisatievarianten voor de westparallel N69 berekend en geanalyseerd.

Op 10 oktober 2013 heeft de bestuurlijke werkgroep Nieuwe Verbinding een advies opgesteld voor een regionaal Voorkeursalternatief voor de nieuwe verbinding. Het advies is tot stand gekomen door de achtergrond rapportages Project MER, aanvullend onderzoek (met name breuken en grondwater), ambtelijke vooradviezen, het belangendossier, werkateliers voor de klankbordgroep, lokale bedrijven en bewoners.

Aanvullend op de eerdere grondwaterstudie (Royal HaskoningDHV-rapport BC4339/R00003/501329/BW/Eind d.d. 2 dec 2013) zijn met het grondwatermodel voor de westparallel N69 de grondwatereffecten als gevolg van het Voorkeursalternatief berekend en geanalyseerd. De resultaten hiervan zijn beschreven in het Royal HaskoningDHV rapport BC4339/R/501329/DenB d.d. 9 januari 2014: Grondwatereffecten Voorkeursalternatief N69.

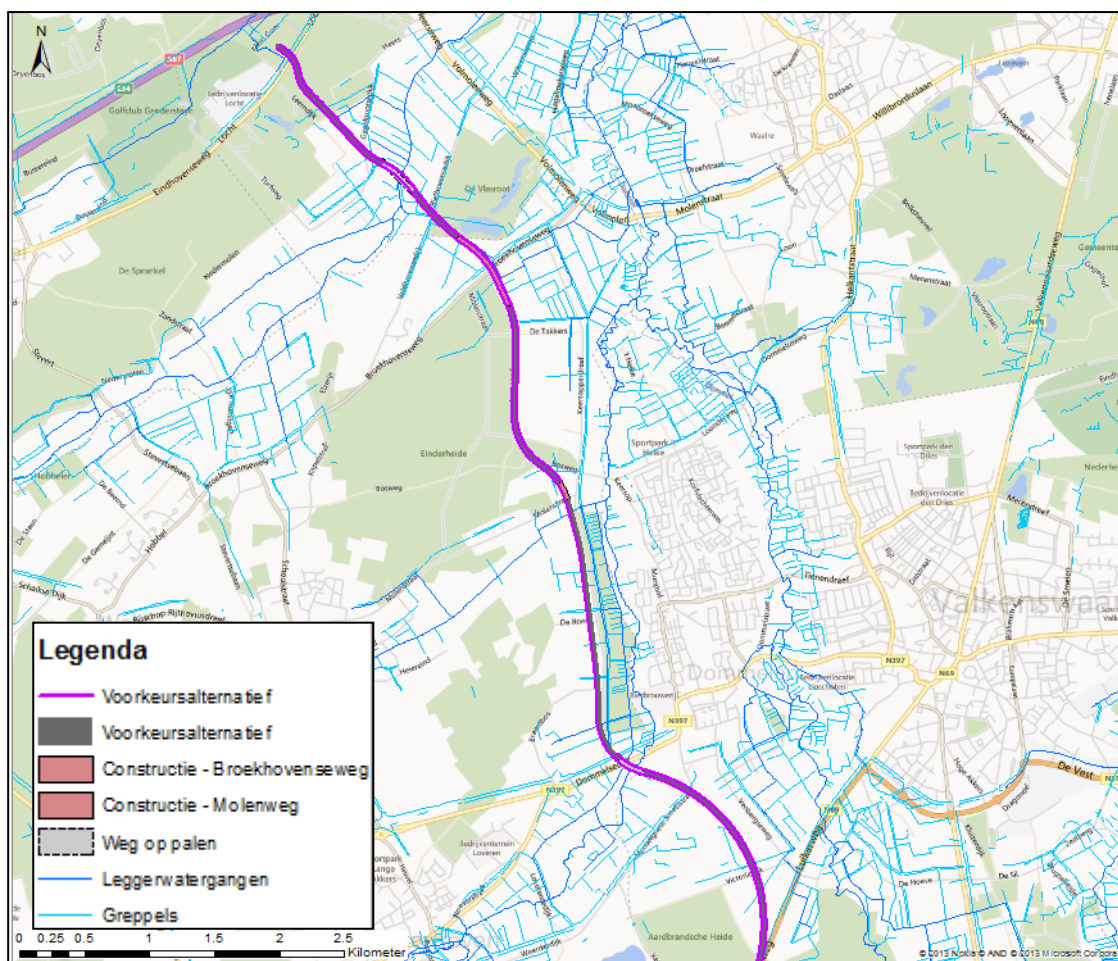
Naar aanleiding van vragen en aanvullende voorwaarden die zijn gesteld door Waterschap de Dommel is het voorkeursalternatief voor N69 aangepast. Vanwege het belang van de KS70 als habitat voor de Beekprik is in het definitieve voorkeursscenario de KS70 niet gedempt, maar over een beperkt traject ondoorlatend gemaakt, zodat deze daar niet drainerend meer werkt. De effecten van het aangepaste ontwerp zijn wederom doorgerekend met het grondwatermodel.

Voor een beschrijving van het grondwatermodel en de huidige hydrologische situatie (AGOR) wordt verwezen naar de rapportage van de eerdere grondwaterstudie.

In dit rapport volgt eerst een beschrijving van het voorkeursalternatief (hoofdstuk 2) ten aanzien van aspecten die relevant zijn voor de hydrologische effectbepaling. Daarna wordt ingegaan op de grondwatereffecten als gevolg van het voorkeursalternatief (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 volgen conclusies en aanbevelingen.

2 BESCHRIJVING VOORKEURSALETERNATIEF

Figuur 2.1 geeft het totale tracé weer van de N69 Nieuwe Verbinding. Het voorkeurstracé bestaat uit één rijbaan van ca. 7,50 meter breed met 2 rijstroken, 80 km/uur verbinding. Het totale wegprofiel is 30 meter breed inclusief bermen en ontwatering (lokaal breder als er bijvoorbeeld een groenstrook langs de weg komt of bij een iets verhoogde of half verdiepte ligging). Ter plaatse van de kruisingen van het tracé met de beekdalen van de Run en de Dommel is een weg op palen gepland; over een lengte van circa 2 x 250 meter wordt de weg verhoogd aangelegd.

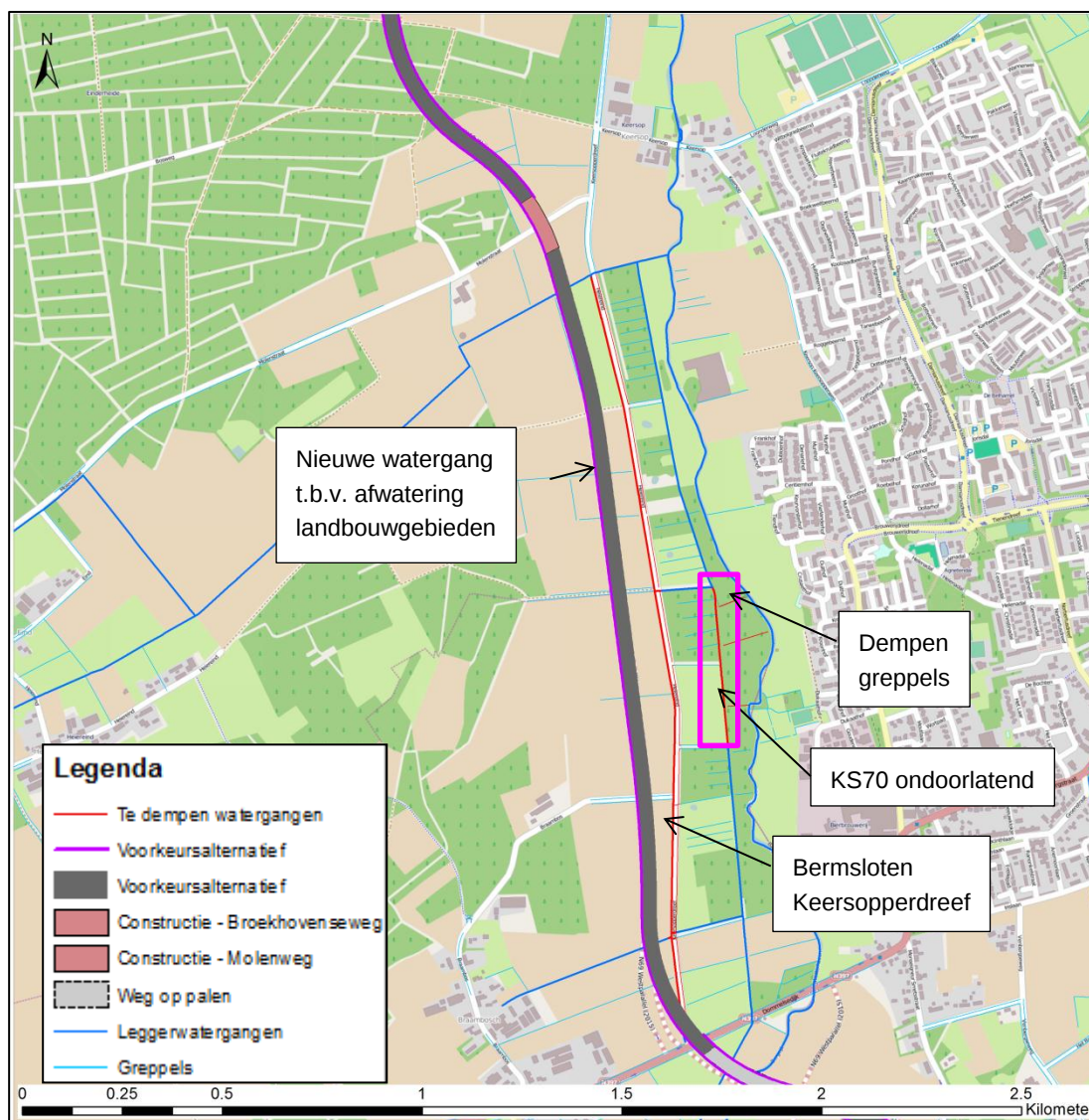


Figuur 2.1: Overzicht voorkeursalternatief N69 Nieuwe Verbinding

Ter plaatse van de kruising van het tracé met de Broekhovenseweg en de Molenstraat bevatten de optimalisatievarianten een overkruisingsconstructie met beton tot circa 1 m onder de wegas. De wegas van de nieuwe verbinding ligt op maximaal 2m-mv waardoor de onderkant van de constructie op maximaal 3 m-mv ligt. De maximale diepte verloopt ten noorden en zuiden van de half verdiepte ligging geleidelijk naar maaiveld. Ter plaatse van de overkruising op de Dommelsedijk/N397 wordt de nieuwe verbinding grondwaterneutraal ontworpen. Watergangen naast het tracé (uitgezonderd de watergang ten westen van de nieuwe verbinding tussen N397 en Molenstraat) hebben een bodemdiepte van circa 1,5 m minus de hoogte van de wegas en de waterbodem is circa 1 m breed.

De volgende maatregelen worden genomen in en ten westen van de Natte Natuurparel Keersop (zie figuur 2.2):

1. Het minimaliseren/opheffen van de drainerende werking van de KS70 in de directe nabijheid van het beekbegeleidende bos gelegen binnen N2000. Dit wordt gerealiseerd door het aanbrengen van bijvoorbeeld een bentoniet of leemlaag onder/naast de KS70 over een lengte van circa 300 m (totale lengte KS70 in Keersopperbeemden is circa 2000 m). Hierbij blijft het natte profiel in stand (KS70 wordt dus niet ondieper of smaller). En ook de waterbodem wordt teruggeplaatst (bv grind als daarvan sprake is).
2. Het dempen van de oost-west lopende ondiepe greppels in de directe nabijheid van het beekbegeleidende bos gelegen binnen N2000. Het gaat om enkele ondiepe greppels die liggen tussen de KS70 en de Keersop.
3. De bestaande watergangen langs de Keersopperdreef worden gedempt ten behoeve van de natuur. Noordelijk van de Dommelsedijk (N397) wordt de functie van de KS70 als afwateringswatergang voor de landbouw overgenomen door de nieuw te graven watergang met een bodemdiepte van 0,75 m -mv ten westen van de Westparallel.
4. Ten zuiden van de Dommelsedijk (N397) wordt een korte nieuwe watergang gegraven ten westen van de nieuwe verbinding. Deze watergang verbindt de bestaande KS70 met de nieuwe watergang ten noorden van de Dommelsedijk (N397).



Figuur 2.2: Detailoverzicht voorkeursalternatief N69 nieuwe verbinding westelijk van de NNP Keersop

3 GRONDWATEREFFECTEN VOORKEURSLTERNATIEF NIEUWE VERBINDING N69

3.1 Algemeen

Met het grondwatermodel zijn de effecten als gevolg van het Voorkeursalternatief tijdsafhankelijk doorgerekend. Evenals voor de huidige situatie en de optimalisatievarianten is uitgegaan van de weerjaren 1997 tot en met 2005. De berekende grondwatereffecten zijn dus volledig te relateren aan die voor de huidige situatie en de optimalisatievarianten.

Op basis van de 8-jarige reeks aan modeluitkomsten zijn voor het Voorkeursalternatief de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bepaald, alsmede de voorjaarskwel.

3.2 Beknopte gevoeligheidsanalyse

Het grondwatermodel berekent voor dit gebied voor de huidige situatie al grondwaterstanden aan of dicht onder maaiveld. Verdere vernatting is hierdoor vrijwel niet mogelijk, grondwaterstandsstijgingen worden afgevlakt doordat het water over maaiveld gaat afstromen naar de Keersop.

Op basis hiervan heeft een nadere analyse plaatsgevonden van de modeluitkomsten in relatie tot de bevindingen van het veldonderzoek d.d. september 2013. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Bijlage 1: beknopte gevoeligheidsanalyse.

De conclusies van deze gevoeligheidsanalyse zijn als volgt:

- Een (plaatselijk) lagere drainageweerstand en een hogere deklaagdoorlatendheid zijn, mede op basis van het veldbezoek d.d. september 2013, aannemelijk.
- De berekende effecten zullen als gevolg hiervan:
 - Direct naast de KS70 hoger zijn als gevolg van het ondoorlatend maken van een sterker drainerende sloot.
 - Op de percelen tussen de KS70 en Keersop hoger zijn als gevolg van een minder sterke opbolling ten gevolge van lokale bodemeigenschappen in de referentiesituatie.
- Het niet precies kennen van de lokale maaiveldhoogte leidt tot onzekerheden met betrekking tot de grootte en verbreiding van het berekende effect op plekken waar de grondwaterstandsstijging wordt gelimiteerd door de beschikbare ruimte tot aan maaiveld.

Voor de effectberekening van het VKA wordt mede op basis van bovenstaande bevindingen uitgegaan van plaatselijk lagere drainagewestanden en een hogere deklaagdoorlatendheid.

3.3 Grondwatereffecten Voorkeursalternatief (definitieve versie 11 februari 2014)

Het Voorkeursalternatief wijkt op de volgende punten af van de eerder onderzochte optimalisatievarianten:

- In het gebied westelijk van de Natte Natuurparel Keersop. Globaal gaat het om het deeltracé dat is weergegeven in figuur 2.2.
- Twee halfverdiepte overkruisingsconstructies ter hoogte van de Molenstraat en de Broekhovenseweg (minder diep dan voor de optimalisatievarianten).

Resultaten op kaart

De resultaten van de effectberekeningen zijn opgenomen in de volgende bijlagen:

- Kaarten 1 tot en met 4 in bijlage 2 geven de GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel van de referentiesituatie weer langs het gehele tracé van de nieuwe verbinding.
- Kaarten 1 tot en met 4 in bijlage 3 geven de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Natte Natuurparel Keersop.
- Kaarten 1b tot en met 4b in bijlage 3 geven de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer langs het gehele tracé van de nieuwe verbinding.

Algemeen beeld berekende effecten

Omdat er op basis van de beknopte gevoeligheidsanalyse aanpassingen zijn gedaan aan de referentiesituatie worden de resultaten (GxG t.o.v. maaiveld) nogmaals gepresenteerd op kaart (bijlage 2).

Het dempen van de bermsloten langs de Keersopperdreef, de maatregelen voor de watergang KS70 en het dempen van de greppels tussen de Keersopperdreef en de KS70 leiden ten oosten van het tracé van de N69 tot stijgingen van de GHG en de GVG van 5 tot lokaal meer dan 40 cm. De sterkste stijgingen zijn te verwachten in de directe nabijheid van de KS70.

Berekende effecten GLG

De stijgingen van de GLG (kaart 3) zijn nog iets sterker dan die van de GHG en GVG. Ook zien we met name in de GLG situatie een vernatting optreden op de percelen tussen de KS70 en Keersop. Op veel plaatsen bedraagt de stijging meer dan 40 cm, met name in de directe nabijheid van de KS70. Lokaal zijn ook ten oosten van de Keersop enige stijgingen van de GLG te verwachten. Op enkele plaatsen is ook ten westen van het tracé van de N69 een GLG-stijging te verwachten van 5 à 10 cm. Aangezien deze (beperkte) stijging zich alleen voordoet in de GLG-situatie, is geen vernattingsschade aan de landbouw te verwachten. De effecten als gevolg van de half verdiepte ligging bij de kruising met de Molenstraat op de GLG blijven beperkt tot minder dan 5 cm. In de zomersituatie is de toestroming van grondwater naar het beekdal –en daarmee het blokkerende effect- minder.

Berekende effecten GVG en GHG

De stijgingen van de GVG en GLG (bijlage 3, kaarten 1 en 2) zijn minder uitgesproken dan die van de GLG. Met name het gebied oostelijk van de KS70 kent een reeds hoge grondwaterstand waardoor de capaciteit voor verdere toename ontbreekt.

Berekende effecten voorjaarskwel

Ter plaatse van de te dempen (c.q. aan te passen) watergangen en sloten is een duidelijke afname van de kwel te verwachten (bijlage 3 kaart 4). Tegelijk wordt in de zones tussen de watergangen en sloten een toename van kwel berekend. Kwel die in de huidige situatie wordt afgevangen door de watergangen en sloten, wordt nu meer verspreid over het aanliggende natuurgebied.

Berekende effecten langs het overige deel van de nieuwe verbinding

Broekhovense weg

De geplande halfverdiepte overkruisingsconstructie (tot 3 m-mv) onder de Broekhovenseweg leidt niet tot opstuwing van het grondwater, dat hier van zuidwest naar noordoost stroomt. Noordoostelijk van de halfverdiepte constructie zijn verlagingen van de GHG, GVG en GLG te verwachten van minder dan 5 cm.

Molenstraat

De geplande halfverdiepte overkruisingsconstructie (tot 3m-mv) onder de Molenstraat zorgt in de zomer voor een kleine verhoging van 5-10 cm van het grondwater, dat hier van zuidwest naar noordoost stroomt. Dit effect reikt tot maximaal 20 m ten westen van de constructie. Noordoostelijk van de halfverdiepte constructie treden geringe verlagingen van de GHG, GVG en GLG op. In de winter (GHG) zijn de verlagingen het sterkst. Verlagingen tussen de 10 en 20 cm zijn te verwachten tot op een maximale afstand van 30 m van de constructie, verlagingen van 5-10 cm treden op tot maximaal 60m ten noordoosten van de constructie. Deze effecten zijn het gevolg van de vermindering van de toestroom van grondwater naar het beekdal als gevolg van de half verdiepte ligging. Opstuwing ten westen van het tracé wordt voorkomen door de nieuw te graven watergang ten westen van het tracé van de N69. De effecten op de GVG en GLG zijn (veel) kleiner dan op de GHG, en hebben naar verwachting geen negatieve gevolgen voor de gewasopbrengsten in het omliggende landbouwgebied.

Overige effecten langs het tracé

Op een aantal plaatsen langs het tracé van de N69 worden in een smalle strook beperkte veranderingen in de GHG, GVG en GLG berekend van maximaal +/- 10 cm. Deze zijn het gevolg van veranderingen in de grondwateraanvulling. In het grondwatermodel is aangenomen dat de bermstroken een grasvegetatie krijgen. Daar waar het tracé door bouwland of bos gaat, verandert de grondwateraanvulling ter plaatse van de bermstrook en zijn beperkte grondwaterstandsveranderingen te verwachten. Ook daar waar de weg op palen komt zorgt een iets kleinere grondwateraanvulling voor geringe effecten in de directe omgeving van de nieuwe verbinding.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- Het Voorkeursalternatief voor de Nieuwe Verbinding leidt tot substantiële grondwaterstandsverhogingen in de Natte Natuurparel Keersop. Ter plaatse van de te dempen c.q. aan te passen sloten en watergangen wordt de nu aanwezige kwel verminderd, wat leidt tot een duidelijke toename van kwel in de tussenliggende zones. Deze veranderingen in het grondwaterregime resulteren naar verwachting in een gunstig effect op de realisatie van de natuurdoelen van de Natte Natuurparel Keersop.
- In het omliggende landbouwgebied zijn zeer lokaal beperkte grondwaterstandsveranderingen te verwachten. Deze hebben geen negatieve gevolgen voor de gewasopbrengsten.
- In bebouwd gebied zijn als gevolg van het Voorkeursalternatief geen grondwatereffecten te verwachten.
- De grondwatereffecten zijn alleen berekend voor de eindsituatie na realisatie van de weg. De grondwatereffecten gedurende de uitvoering kunnen anders zijn. Met name bij eventuele bronbemalingen dient in het kader van de vergunningverlening te worden getoetst op eventuele grondwaterstandsverlagingen en daarmee samenhangende nadelige effecten op natte natuur, landbouw en bebouwing.

Bijlage 1

Beknopte gevoeligheidsanalyse

Aanleiding

Recentelijk zijn de hydrologische effecten als gevolg van het VKA doorgerekend met het grondwatermodel. De effectberekening is gerapporteerd in de vorm van een notitie. Langs de Keersop zijn drie deelgebiedjes aangedragen als mogelijke uitbreiding van het Natura2000-gebied Leenderbos, Groote Heide en De Plateaux. Eén van deze gebiedjes ligt tussen de Keersop en de watergang KS70 in de natte natuurschap Keersopperdreef. Op basis van een veldbezoek van 18 sept 2013 is geconcludeerd dat hier 0,6 ha goed ontwikkeld en aaneengesloten beekbegeleidend bos aanwezig is (H91E0C) als elzenzegge-elzenbroek met diverse karakteristieke soorten vaatplanten, dat wel vrij sterk is verdroogd. Tegen de verwachting in wordt met het grondwatermodel voor de N69 als gevolg van het VKA in dit deelgebied met beekbegeleidend bos vrijwel geen vernatting berekend.

Oorzaak

Het grondwatermodel berekent voor dit gebied voor de huidige situatie al grondwaterstanden aan of dicht onder maaiveld. Verdere vernatting is hierdoor vrijwel niet mogelijk, grondwaterstandsstijgingen worden afgevlakt doordat het water over maaiveld gaat afstromen naar de Keersop.

Op basis hiervan heeft een nadere analyse plaatsgevonden van de modeluitkomsten in relatie tot de bevindingen van het veldonderzoek.

De belangrijkste onzekerheden zijn:

1. Het daadwerkelijke NAP-gerelateerde grondwaterniveau in het gebied. Er zijn geen peilbuizen in het gebied zelf, wel momentane, niet NAP-gerelateerde grondwaterstandsopnamen, zie hierboven. De overeenkomst van het model met de beschikbare grondwaterstandsmetingen buiten het gebied is goed. Ook binnen de NNP Keersop komen berekende grondwaterstanden goed overeen met gemeten grondwaterstanden, maar variëren de gerapporteerde moment opnames sterk van punt tot punt.
2. De maaiveldhoogte (gebaseerd op het AHN-bestand, maar dit is juist in bosgebieden minder betrouwbaar).
3. Bodemweerstand van de KS70 en de Keersop.
4. De plaatselijke bodemgesteldheid en deklaagdoorlatendheid.

Met aanvullend veldonderzoek (plaatsen en tijdelijk bemeten van peilbuizen, inmeten maaiveld) kunnen deze onzekerheden worden teruggebracht, maar dit vergt een doorlooptijd van enkele maanden (om de GVG te meten) tot een jaar (om inzicht te krijgen in de laagste grondwaterstanden in het gebied).

Beknopte gevoeligheidsstudie

Op basis van de bovenstaande probleemstelling is met het model een beknopte gevoeligheidsstudie uitgevoerd, waarbij wordt gevarieerd in de maaiveldhoogte, de bodemweerstand van de Keersop en de KS70 en de deklaagdoorlatendheid. Op deze manier ontstaat inzicht in de bandbreedte in de grondwatereffecten als gevolg van het VKA.

1. Grondwaterstanden in de NNP

In het veldonderzoek wordt geconcludeerd dat het gebied verdroogd is, maar dit wordt niet onderbouwd met harde getallen t.a.v. de grondwaterstanden. Er zijn boringen gezet en er zijn momentane opnames gedaan van de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld. Deze geven een zeer wisselend beeld (grondwaterstanden variëren tussen 15 cm – mv en 130 cm – mv). Aangezien de boorgatmetingen niet NAP-gerelateerd zijn en niet duidelijk is of er lang genoeg is gewacht met het opnemen van de grondwaterstanden blijft vooralsnog onduidelijk wat het daadwerkelijke niveau van het grondwater ten tijde van het veldbezoek is geweest. Conclusie is verder dat er behoorlijke onzekerheden zijn in de basisgegevens voor het grondwatermodel, die gevolgen kunnen hebben voor de berekende effecten.

Er zijn drie meetreeksen in de NNP beschikbaar. twee peilbuizen waarvan één met twee filters.

Er is gemeten over de periode april 2010 – april 2013 (buiten de ijkperiode van het model). De gemiddeld gemeten grondwaterstand is gepresenteerd in onderstaande figuur B1.1.

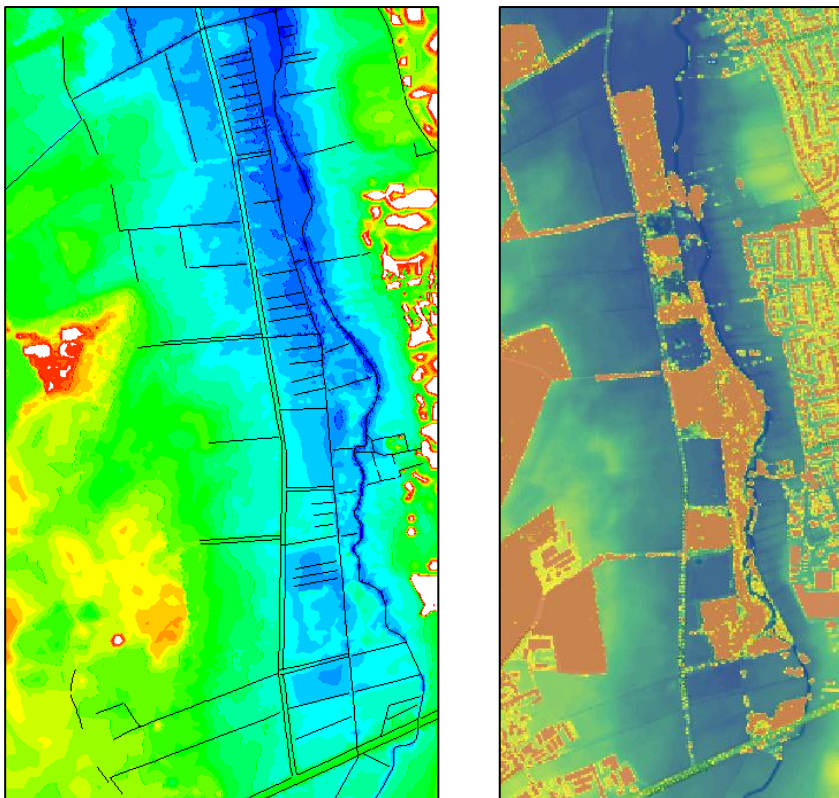
Het model berekent stationaire grondwaterstanden circa 10cm te laag westelijk van de KS70 (B57B0465) en circa 17 cm te hoog aan de oostzijde (B57B0464). Daarbij merken we op dat aan de oostzijde de grondwaterstandsgradiënt vanaf de KS70 richting de Keersop bijna 45 cm bedraagt over zeer korte afstand (2 modelcellen, circa 15 meter horizontaal). Lineaire interpolatie tussen de modelknopen leidt tot een gemiddeld ijkresultaat van 5 centimeter te hoog aan de oostkant van de KS70. Er is dus zeer plaatselijk enige onzekerheid als gevolg van de modeldiscretisatie (8 à 12 m knooppuntsafstand).



Figuur B1.1: Gemiddeld gemeten grondwaterstanden over de periode 2010-2013 in de NNP Keersop

2. Maaiveldhoogte binnen de NNP

De maaiveldhoogte zoals toegepast binnen het grondwatermodel is weergegeven in figuur B1.2. Uit bijvoorbeeld figuur 4 van het veldonderzoek blijkt dat de ondergroei dicht kan zijn. Het nieuwe AHN2, dat een hogere ruimtelijke dichtheid kent (zie figuur B1.2), laat zien dat de bodemhoogte op veel plekken binnen de NNP niet goed bekend is en dat in plaats daarvan de hoogte van het bladerdek wordt weergegeven. Zonder plaatselijke inmetingen van het maaiveld is de nauwkeurigheid van het maaiveld dus afhankelijk van de filteringstechnieken.



Figuur B1.2: Links: Maaiveldhoogte grondwatermodel (gefilterd AHN5x5 meter, aangevuld met lokale metingen). Rechts: AHN2 (ongefilterd, 50x50cm)

De gevoeligheid van onzekerheden in het maaiveld is met het grondwatermodel in beeld gebracht door het maaiveld plaatselijk met 30 cm te verhogen.

3. Bodemweerstand van de KS70 en de Keersop

Uit onder meer de foto in figuur B1.3 (rapportage veldbezoek) blijkt dat de KS70 goed geschoond is en dat in ieder geval ter plekke van de foto de bodem zandig is. In het grondwatermodel wordt een algemene drainageweerstand opgegeven van 10 dagen, wat mogelijk een onderschatting oplevert van het drainerend vermogen van de KS70. Om deze gevoeligheid in beeld te brengen zijn de drainagewestanden van de KS70 en Keersop zijn ter hoogte van de NNP overal teruggebracht tot 2 dagen.



Figuur B1.3: KS70

4. De plaatselijke bodemgesteldheid en deklaagdoorlatendheid

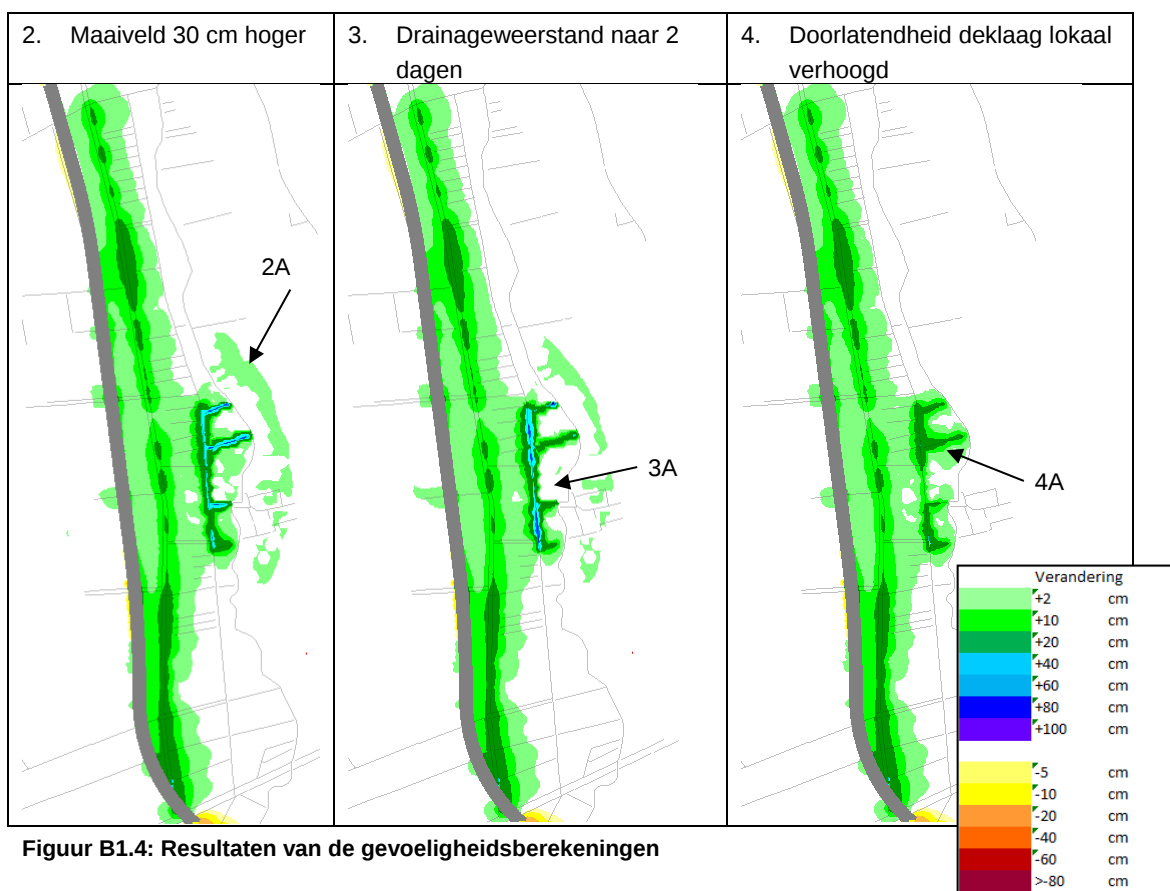
Uit ondiepe boringen opgenomen tijdens het veldbezoek d.d. 18 september 2013 blijkt dat er een aanzienlijke variatie in ondiepe bodemopbouw is. Bijvoorbeeld ter hoogte van punt 4 (1m lemig en humeus zand met daaronder weinig leem) ten opzichte van punt 5 (1m lemig veraard veen met daaronder grof zand).

De ondiepe weerstandsbiedende lagen zijn in het grondwatermodel geschematiseerd met de beschikbare boringen uit het DinoLoket. Echter, er blijft een beperking ten aanzien van de ruimtelijke informatiedichtheid op zeer kleine schaal. Indien in het beoogde gebied de leem- en veen lagen minder uitdrukkelijk aanwezig zijn, of indien er ondiepe inschakelingen van grover zand aanwezig zijn, draineren de aangrenzende waterlopen het gebied beter en is er minder opbolling op tussenliggende percelen. Dit vormt een mogelijke verklaring voor plaatselijk drogere omstandigheden. De gevoeligheid van onzekerheden in de plaatselijke deklaagdoorlatendheid is met het grondwatermodel in beeld gebracht door het doorlaatvermogen van de deklaag plaatselijk te verhogen van circa 0,1 tot circa 2,5 m²/dag.

Resultaten

De resultaten van stationaire gevoeligheidsberekeningen zijn weergegeven in figuur B4 en zijn als volgt samen te vatten:

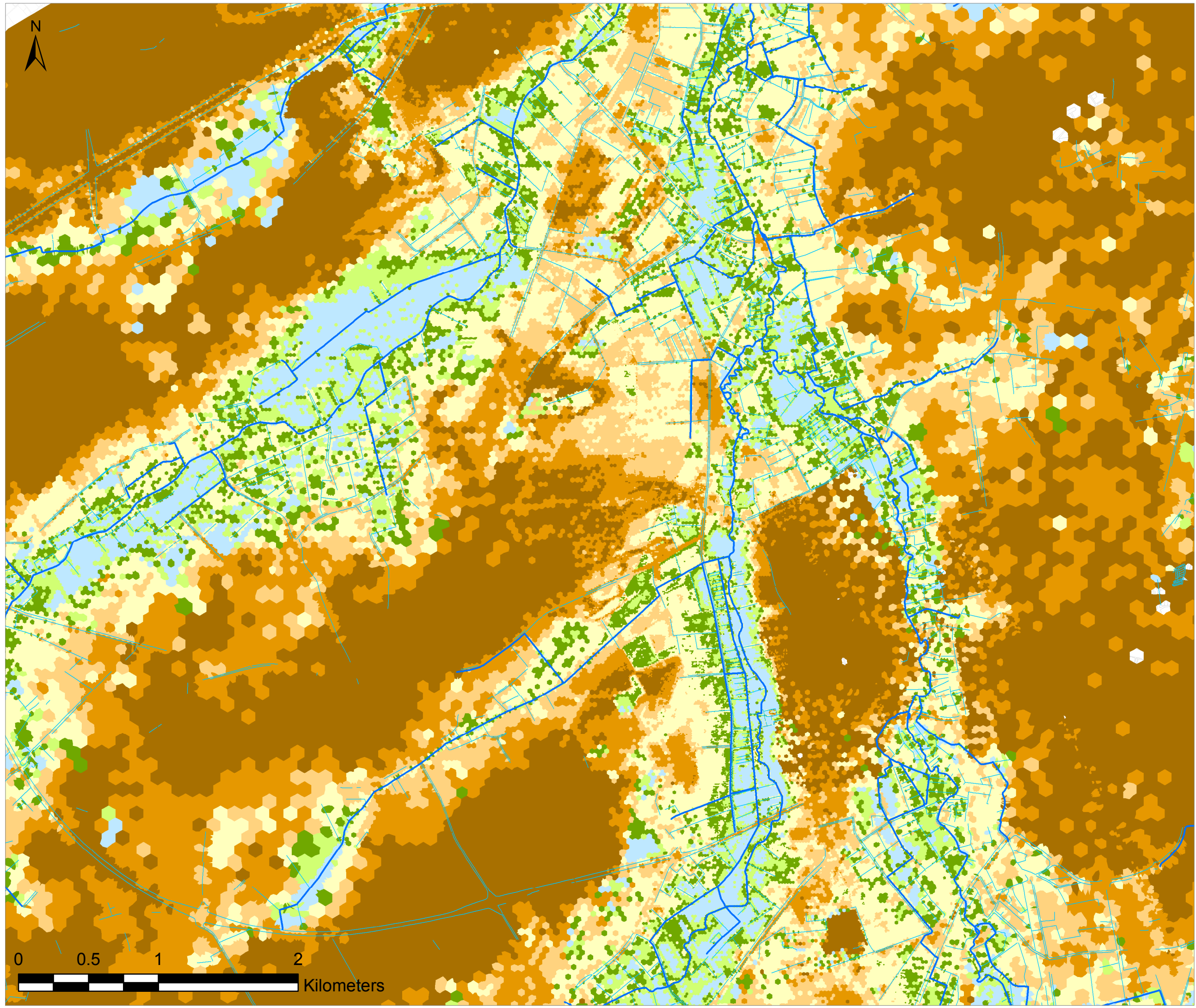
1. Een hoger maaiveld (30 cm) dan oorspronkelijk aangenomen leidt plaatselijk tot meer ruimte voor grondwaterstandsverhoging als gevolg van de mitigerende maatregelen. Dit effect is ook zichtbaar op de percelen tussen de KS70 en Keersop. Ook is er wat uitstraling van het vernattingseffect onder de Keersop door naar het oosten, maar dit blijft beperkt tot circa 3cm verhoging (#2A).
2. Indien in de referentiesituatie de KS70 en Keersop meer draineren dan oorspronkelijk aangenomen, leidt dat als gevolg van de mitigerende maatregel van het deels ondoorlatend maken van de bodem van de KS70 tot een groter berekend effect in de directe omgeving van de KS70. Echter, dit effect straalt niet uit naar het midden van percelen omgeven door waterlopen (#3A). Ook hier is er wat uitstraling van het vernattingseffect onder de Keersop door naar het oosten, maar dit blijft beperkt tot circa 3cm verhoging.
3. Het verhogen van de zeer ondiepe doorlatendheid (bv. als gevolg van zeer lokale zandinschakelingen) leidt in de referentiesituatie tot iets minder opbolling. De berekende effecten laten een iets breder uitstralend effect zien vanaf de KS70 en greppels richting het midden van de aangrenzende percelen (#4A). Er is geen uitstraling onder de Keersop door richting het oosten te verwachten.



Figuur B1.4: Resultaten van de gevoeligheidsberekeningen

Bijlage 2

GxG en voorjaarskwel referentiesituatie



Legenda

GHG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)

- maaiveld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Grepfels

Titel
Huidige situatie
GHG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum
14/10/2013

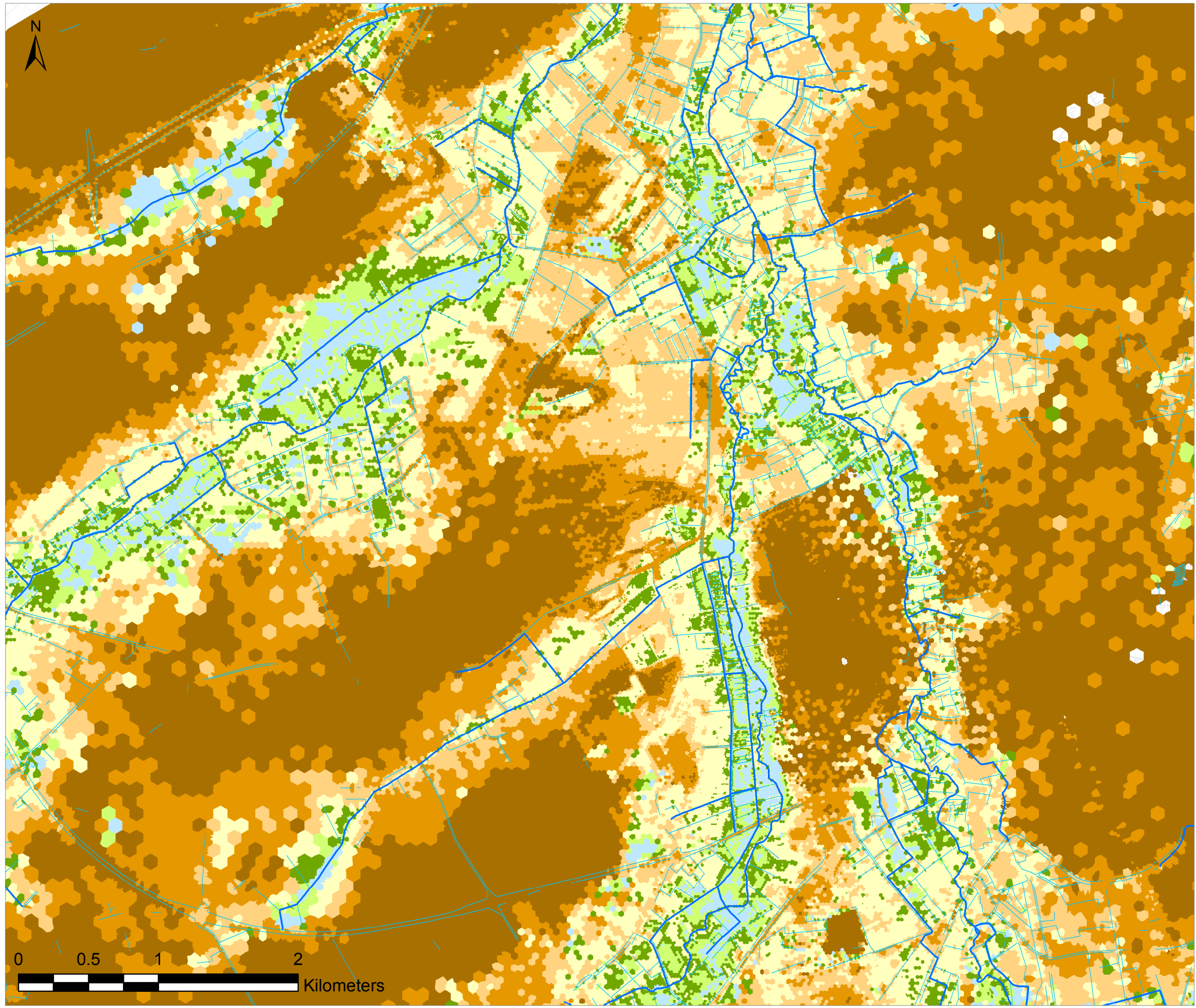
Schaal (A3)
1:25000

Figuur
Kaart 1

Gecontroleerd door
Jelle van Sijl

Volgnummer
1





Legenda

**GVG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)**

- maai veld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Grep pels

Titel
Huidige situatie
GVG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum
14/10/2013

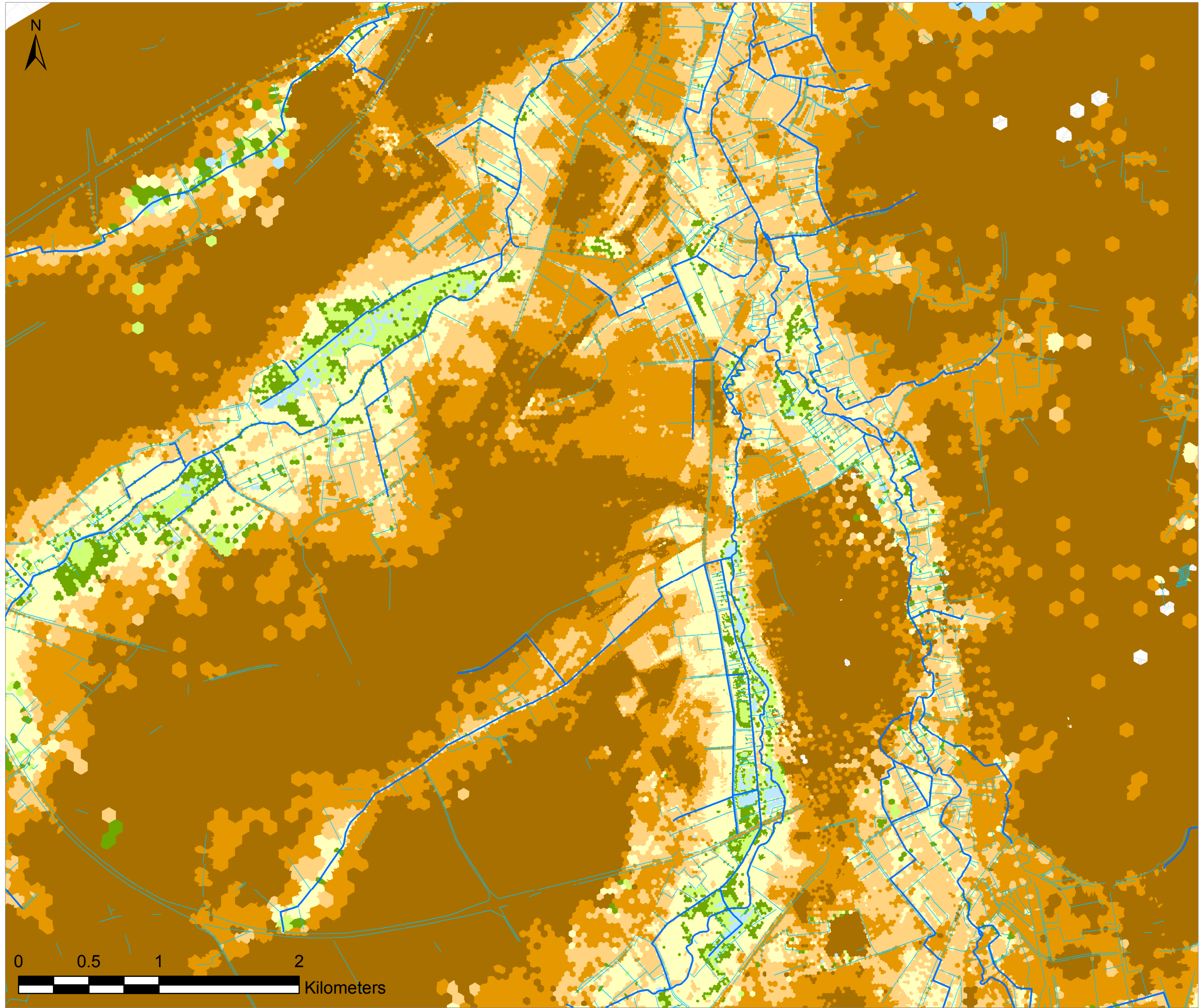
Schaal (A3)
1:25000

Figuur
Kaart 2

Gecontroleerd door
Jelle van Sijl

Volgnummer
1





Legenda

**GLG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)**

- maaveld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
GLG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum
14/10/2013

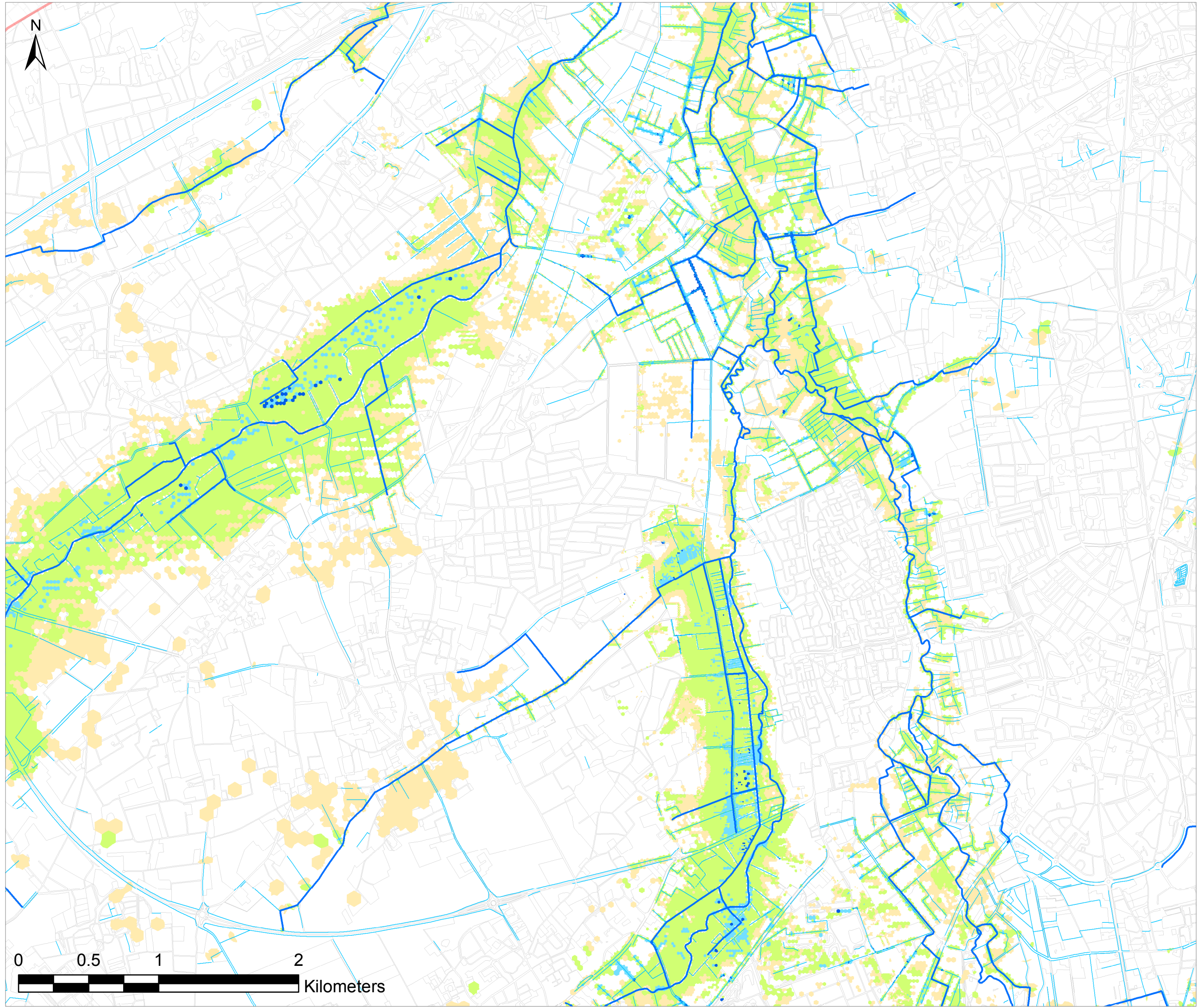
Schaal (A3)
1:25000

Figuur
Kaart 3

Gecontroleerd door
Jelle van Sijl

Volgnummer
1





Legenda

Huidige situatie

Voorjaarskwel (mm/d)

- Geen kwel
- Geringe kwel (< 1 mm/d)
- Matige kwel (1 - 5 mm/d)
- Sterke kwel (5 - 10 mm/d)
- Zeer sterke kwel (> 10 mm/d)

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
Voorjaars kwel (mm/dag)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
14/10/2013	1:25000

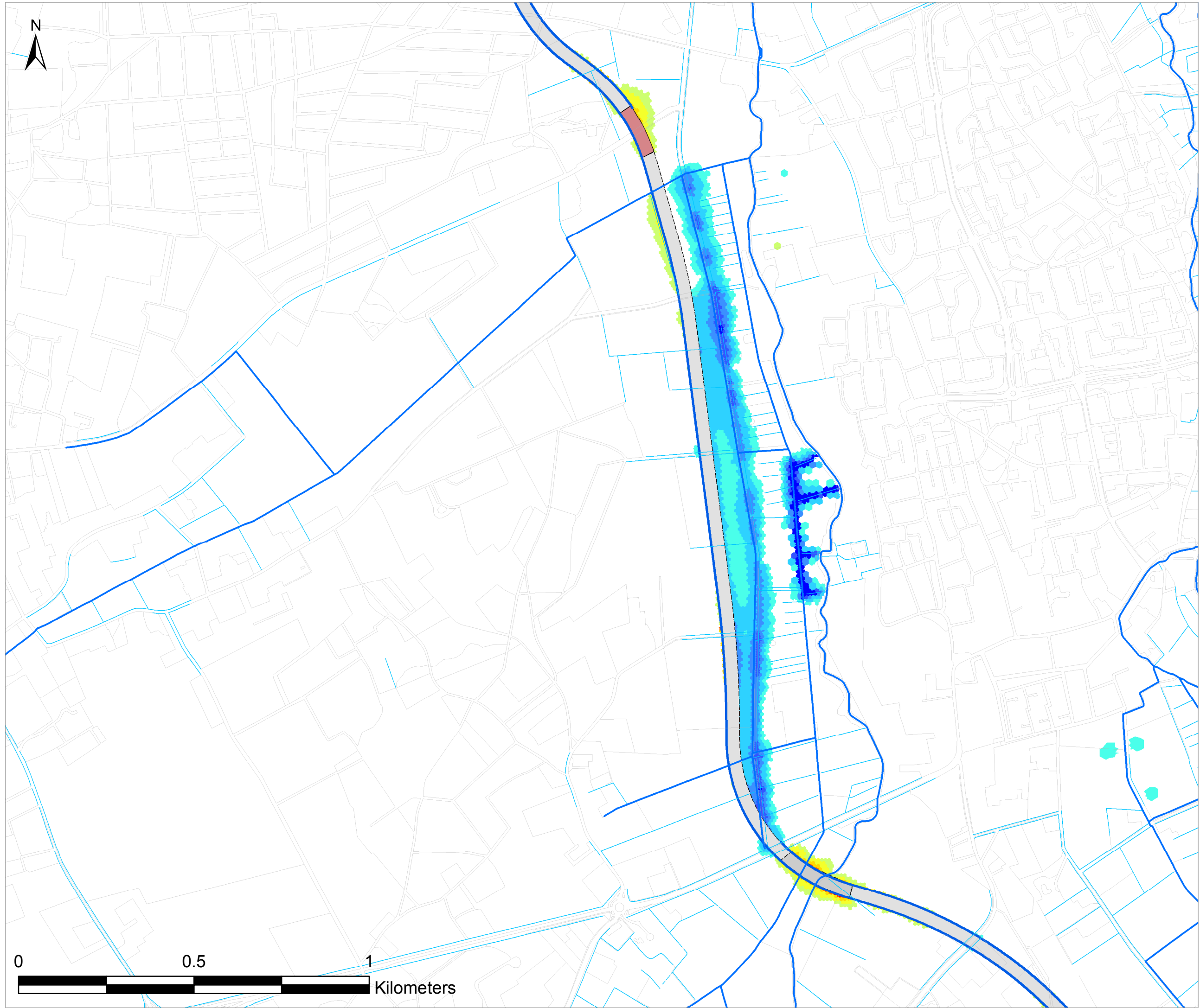
Figuur
Kaart 4

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1



Bijlage 3

Berekende effecten op GxG en voorjaarskwel voorkeursalternatief



Voorkeursvariant
Verandering GHG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- Bermsloten VKA
- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

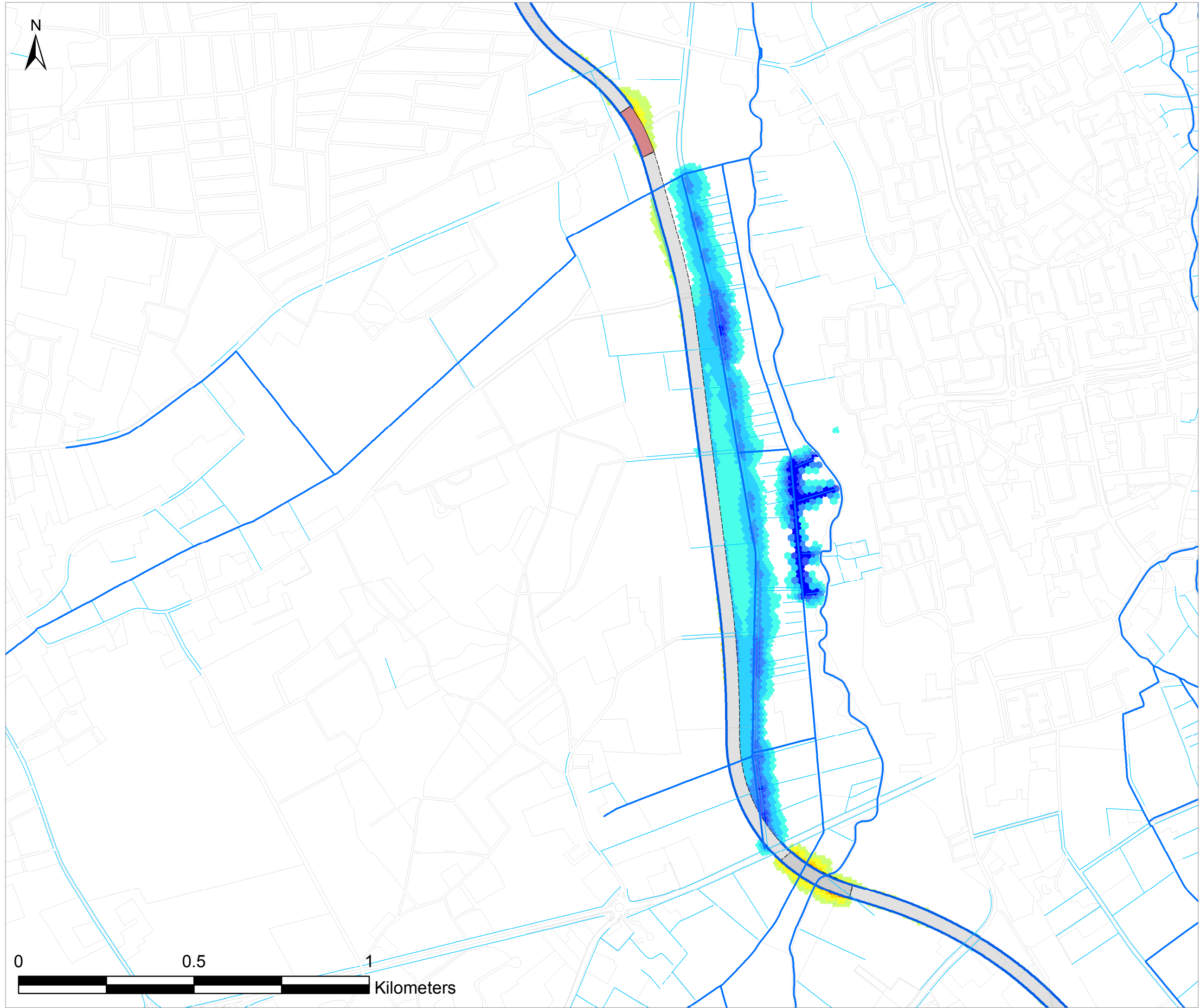
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum 09/01/2014	Schaal (A3) 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 1

Gecontroleerd door Jelle van Sijl	Volgnummer 1
---	------------------------





Voorkeursvariant
Verandering GVG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- Bermsloten VKA
- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

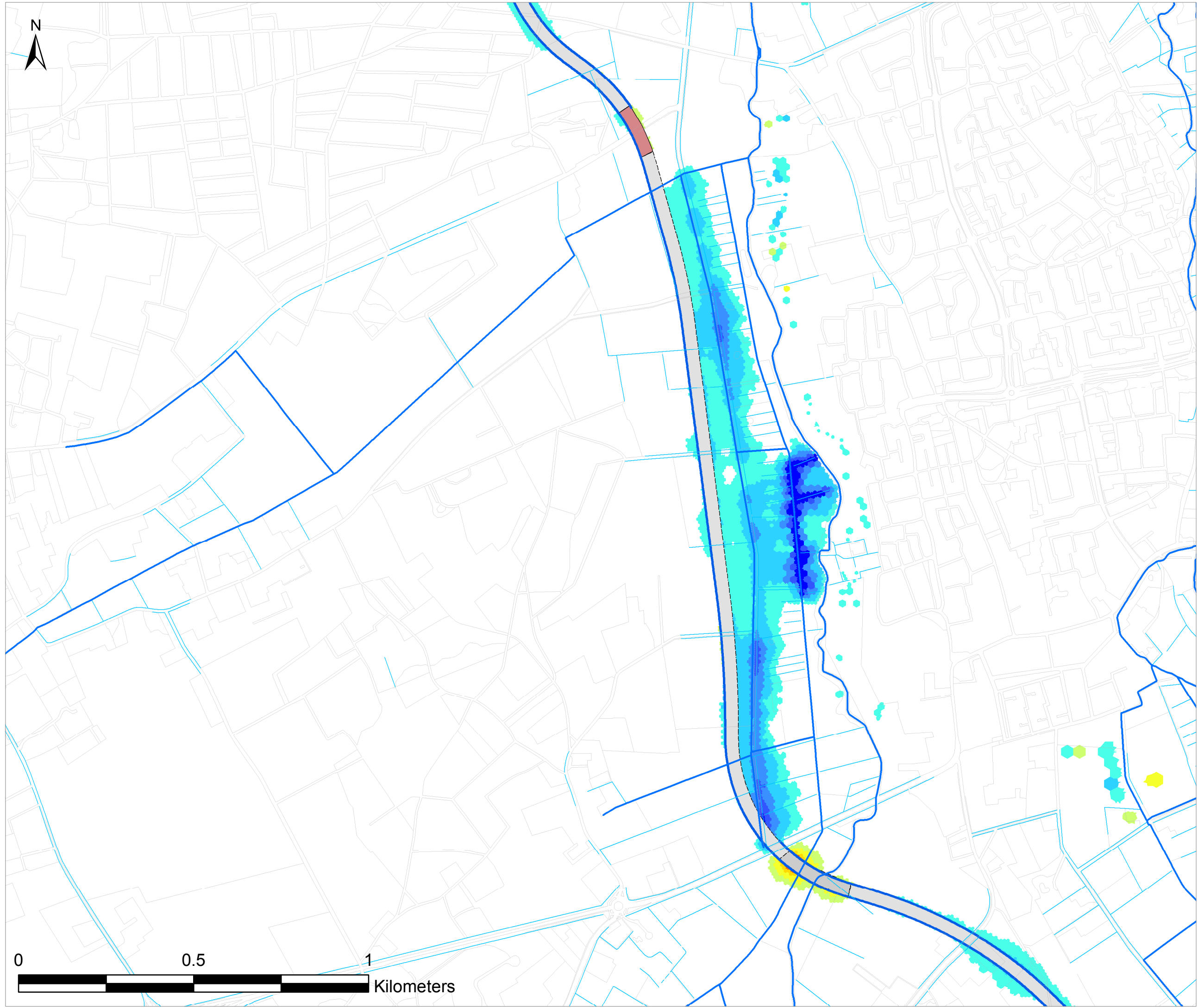
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
09/01/2014	1:10000

Figuur
Kaart 2

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Voorkeursvariant
Verandering GLG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- Bermsloten VKA
- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

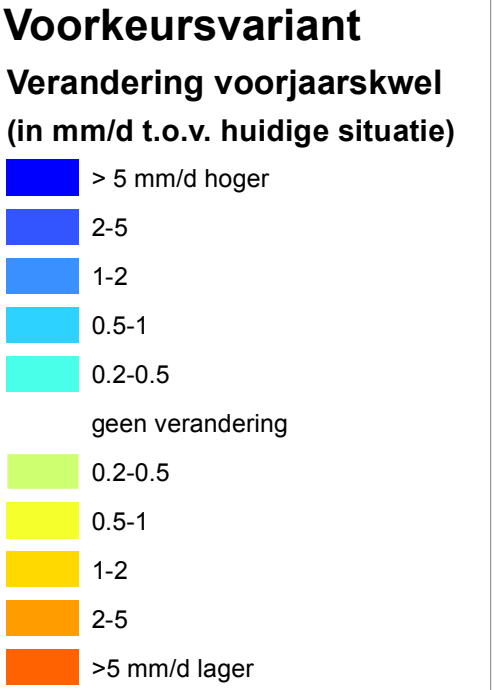
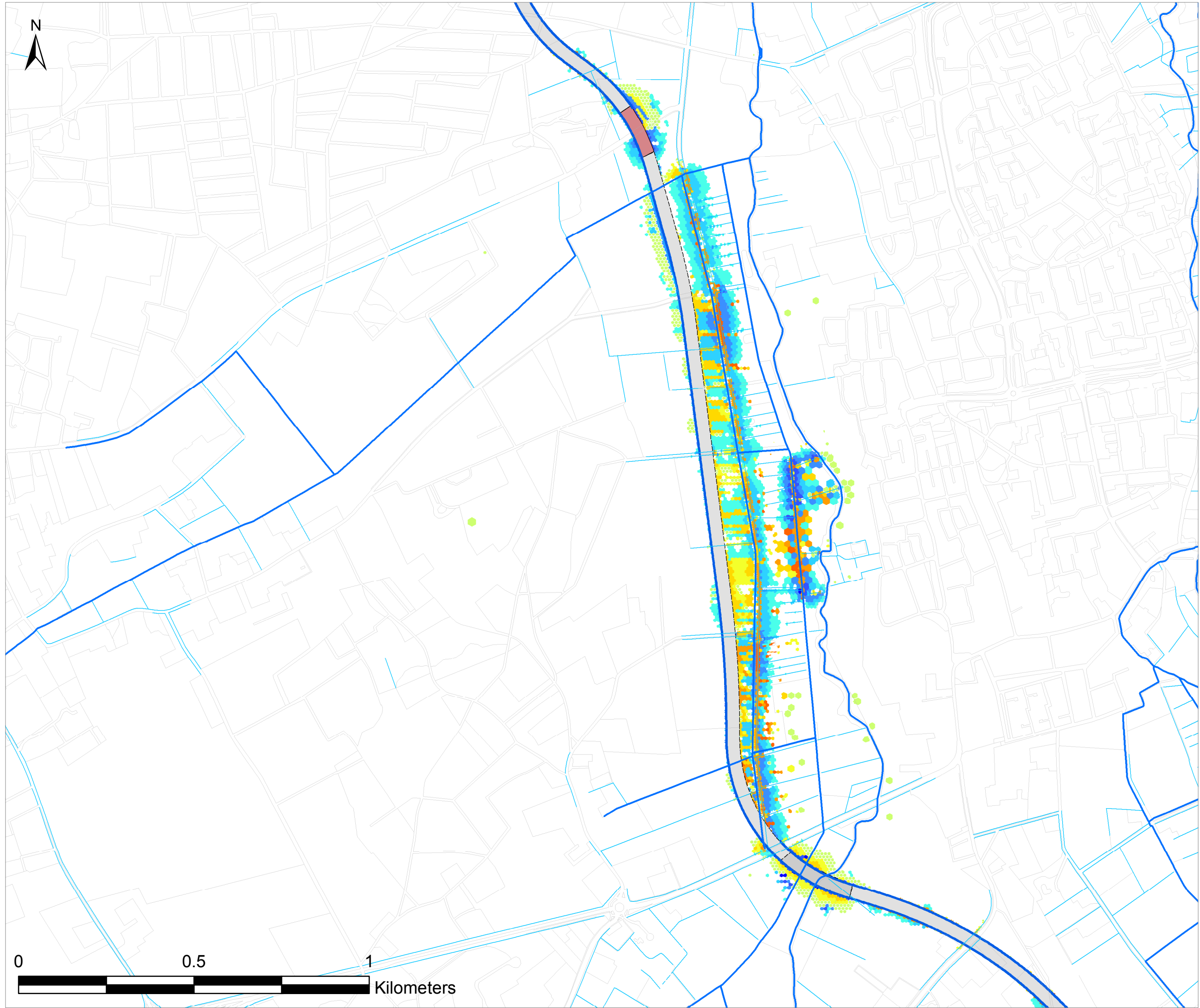
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
09/01/2014	1:10000

Figuur
Kaart 3

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

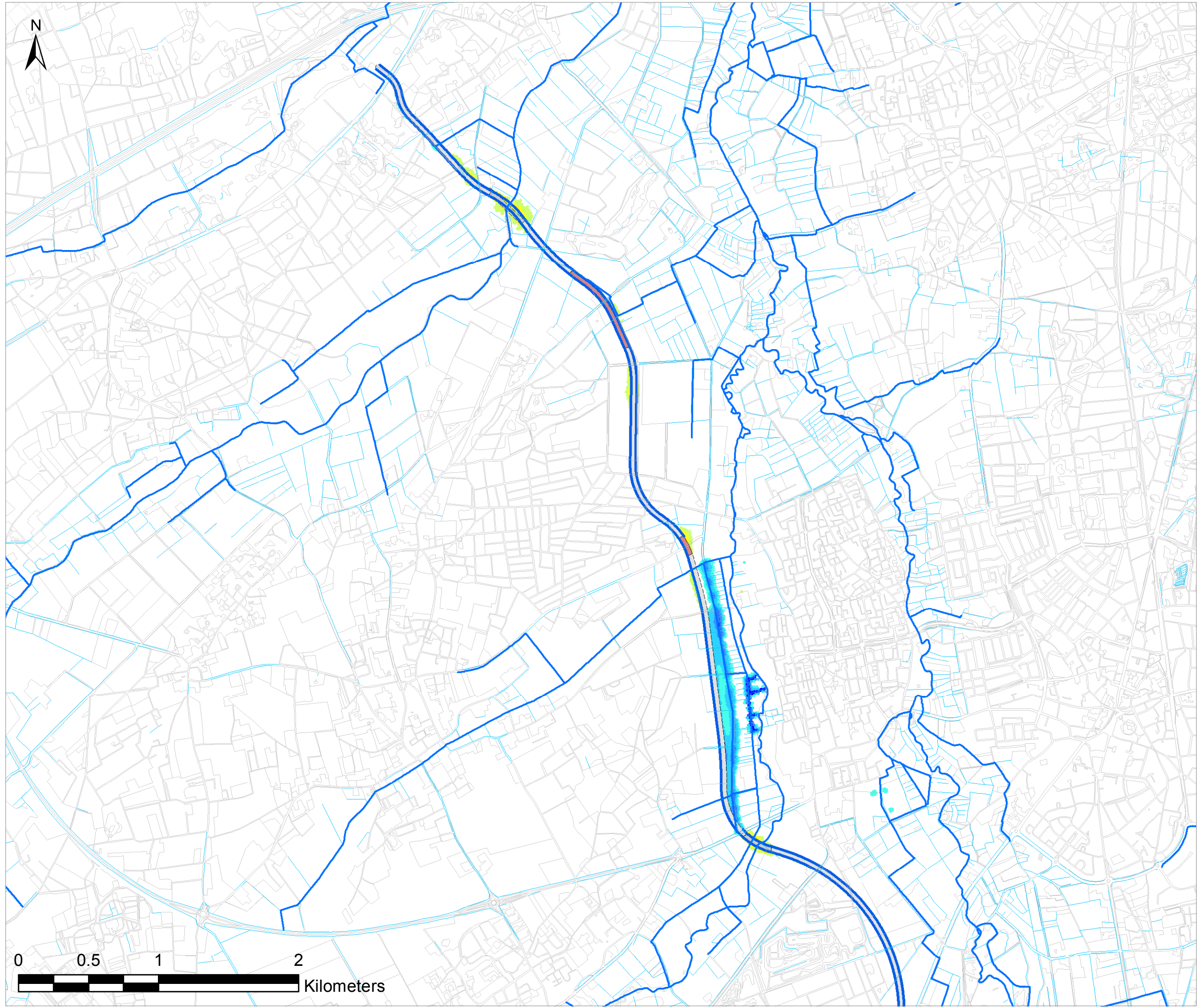
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum 09/01/2014	Schaal (A3) 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 4

Gecontroleerd door Jelle van Sijl	Volgnummer 1
---	------------------------





Voorkeursvariant
Verandering GHG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- Bermsloten VKA
- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

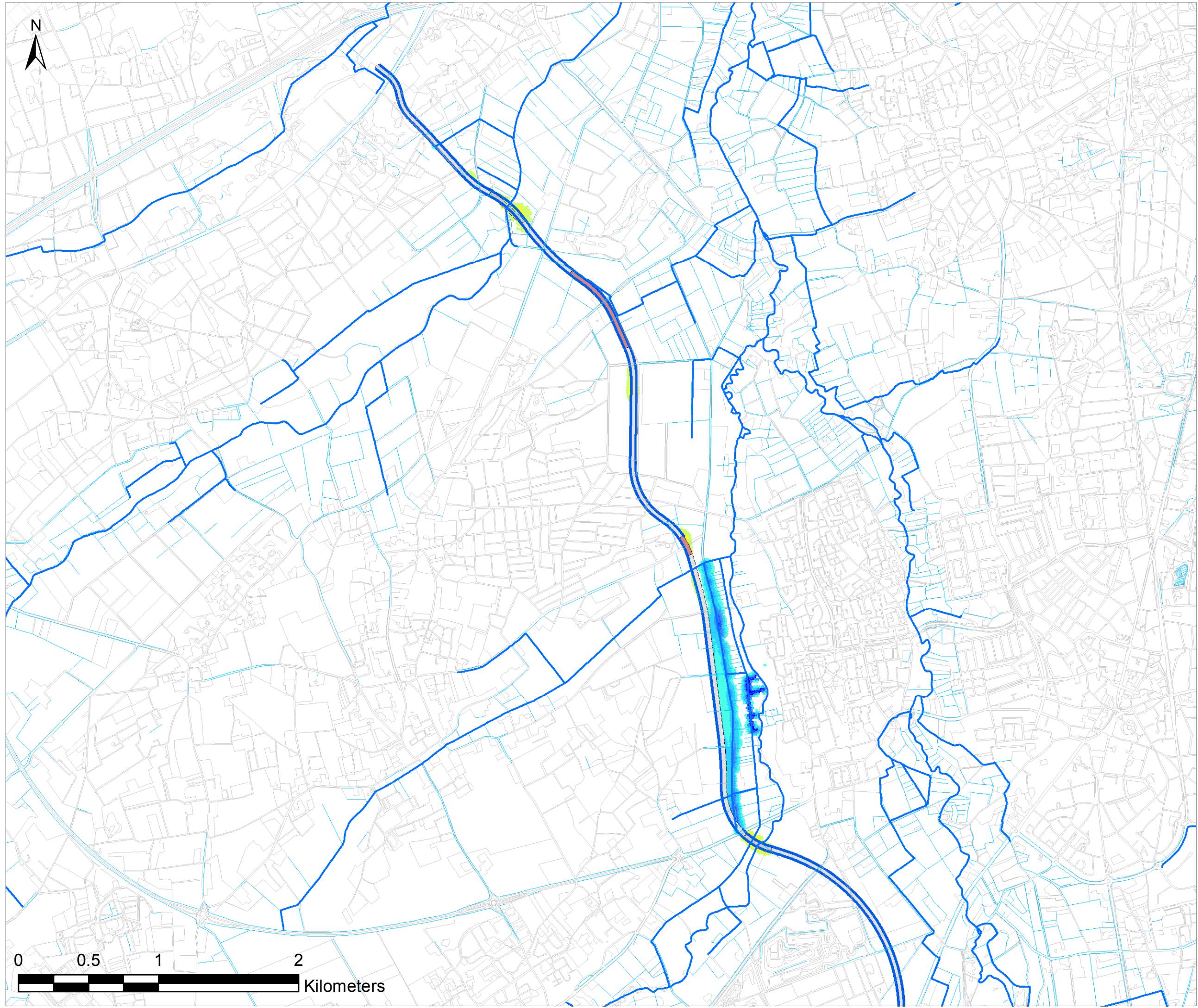
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
09/01/2014	1:25000

Figuur
Kaart 1

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Voorkeursvariant

Verandering GVG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

>40 cm verlaging

30-40

20-30

10-20

5-10

verandering < 5 cm

5-10 cm verhoging

10-20

20-30

30-40

>40 cm verhoging

Bermsloten VKA

Constructie - Broekhovenseweg

Constructie - Molenweg

Ligging voorkeursvariant

Weg op palen

Leggerwatergangen

Greppels

Titel

Voorkeursvariant VKA
Verandering GHG

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum

09/01/2014

Schaal (A3)

1:25000

Figuur

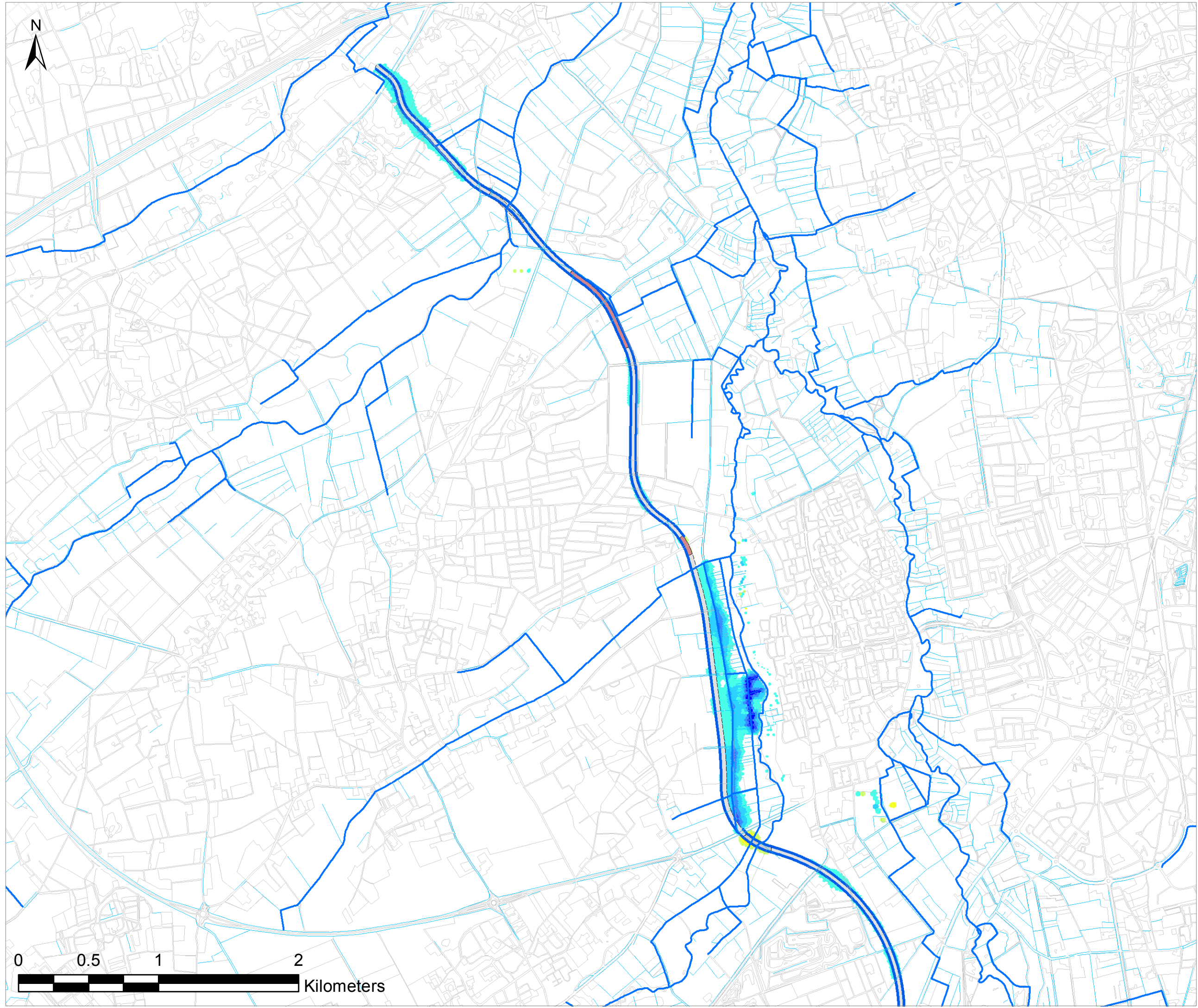
Kaart 2

Gecontroleerd door

Jelle van Sijl

Volgnummer

1



Voorkeursvariant
Verandering GLG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- Bermsloten VKA
- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

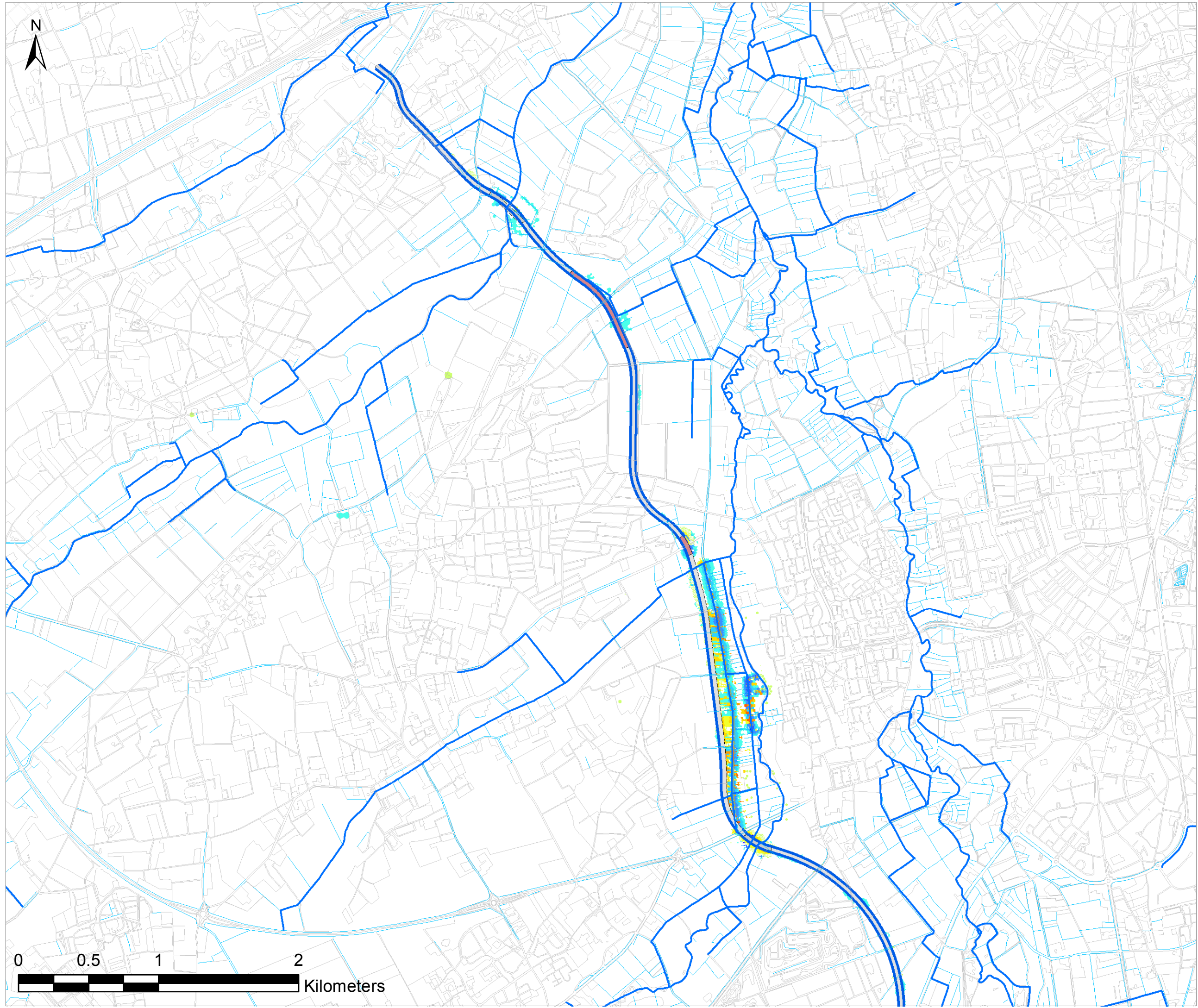
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
09/01/2014	1:25000

Figuur
Kaart 3

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Voorkeursvariant

Verandering voorjaarskwel
(in mm/d t.o.v. huidige situatie)

- > 5 mm/d hoger
- 2-5
- 1-2
- 0.5-1
- 0.2-0.5
- geen verandering
- 0.2-0.5
- 0.5-1
- 1-2
- 2-5
- > 5 mm/d lager

- Constructie - Broekhovenseweg
- Constructie - Molenweg
- Ligging voorkeursvariant
- Weg op palen
- Bermsloten VKA
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Voorkeursvariant VKA
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
09/01/2014	1:25000

Figuur
Kaart 4

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1

